

**Modulhandbuch für die
Studiengänge**

Bachelor of Science in Biochemie

Oktober 2024

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung der Module:	- 1 -
Vorkurs zum Studium der Chemie.....	- 1 -
Konzepte der Chemie	- 2 -
Biochemie im Kontext	- 4 -
Physikalische Grundlagen der Chemie	- 5 -
Analytische Chemie I.....	- 7 -
Physikalische Chemie I.....	- 8 -
Praktische Grundlagen der Analytischen und Physikalischen Chemie.....	- 9 -
Mathematik für Chemiker	- 10 -
Grundlagen der Physik	- 12 -
Einführung in die Biologie I.....	- 13 -
Einführung in die Biologie II	- 13 -
Organische Chemie I.....	- 15 -
Organische Chemie II.....	- 16 -
Methoden der Strukturaufklärung	- 17 -
Praxis der Organischen und Bioorganischen Chemie	- 18 -
Grundlagen der Biochemie und Medizin	- 19 -
Theorie und Praxis der Biochemie I.....	- 21 -
Theorie und Praxis der Biochemie II	- 23 -
Molekulargenetische Methoden in der Biochemie.....	- 25 -
Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Biochemie	- 27 -
Theorie und Praxis des Wahlfaches	- 31 -
„Biochemie der Membranen und des Nervensystems“	- 31 -
„Biomolekulare Chemie“	- 33 -
„Proteine in der Biomedizin“	- 35 -
„Molekulare Medizin“.....	- 37 -
„Biochemie der Stammzellen“	- 40 -
Wahlpflichtvorlesungen	- 43 -
Analytische Chemie II.....	- 43 -
Anorganische Chemie II.....	- 44 -
Anorganische Chemie III	- 45 -
Anwendung mathematischer Verfahren in der Chemie	- 46 -
Biophysikalische Chemie.....	- 47 -
Nachhaltige Chemie I.....	- 48 -
Nachhaltige Chemie II	- 49 -
Nachhaltige Chemie III	- 49 -
Organische Chemie III	- 50 -

Physikalische Chemie III	- 51 -
Technische Chemie I.....	- 52 -
Theoretische Chemie I	- 54 -
Theorie der chemischen Bindung.....	- 55 -
Wahlpflichtpraktika.....	- 56 -
Synthesepraktikum, Teil Life Science	- 56 -
Physikalisch-Chemisches F-Praktikum.....	- 57 -
Analytisch-chemisches F-Praktikum.....	- 58 -
Technisch-chemisches Praktikum.....	- 59 -
Theoretisch-chemisches Praktikum.....	- 60 -
Bachelorarbeit in Biochemie	- 62 -

Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Biochemie

Studienverlaufsplan für den Bachelor-Studiengang Biochemie (April 2024)

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

Lehrveranstaltung	Zulassungsvoraussetzung
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
Synthese-Praktikum, Teil Life Science	1. Organisch-chemisches Grundpraktikum 2. Praktikum Bioorganische Chemie
Physikalisch-Chemisches F-Praktikum	1. Physikalisch-chemisches Grundpraktikum 2. Physikalische Chemie I oder Biophysikalische Chemie
Analytisch-Chemisches F-Praktikum	1. Analytische Chemie II oder Methoden der Strukturaufklärung oder Nachhaltige Chemie I 2. Grundpraktikum Analytische Chemie
Molekularbiologisches Grundpraktikum	1. Praktikum Biochemische Arbeitstechniken 2. Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken
Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene	1. Praktikum Biochemische Arbeitstechniken 2. Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken

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

Sem.	Lehrveranstaltung	V	Ü/S	Pr	CP
1. (WS)	Biochemie 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
	Einführung in die Biologie I	2	-	-	4
34 SWS	Summe: 1. Semester	17	7	10	34
2. (SS)	Einführung in die Biologie II	2	-	-	5
	Organische Chemie I	3	1	-	5
	Analytische Chemie I	3	2	-	5
	Physik	2	1	-	5
	Physikalisches Grundpraktikum	-	-	4	2
	Einführung in die Biochemie	2	1	-	5
	Biologisches Grundpraktikum	-	-	5	3
26 SWS	Summe: 2. Semester	12	5	9	30
3. (WS)	Organische Chemie II	3	1	-	5
	Methoden der Strukturaufklärung	2	1	-	5
	Biochemie I	2	1	-	5
	Physikalische Chemie I	2	1	-	5
	Physikalisch-chemisches Grundpraktikum	-	1	6	4
	Analytisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	7	4
	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken	-	1	4	4
32 SWS	Summe: 3. Semester	9	6	17	32
4. (SS)	Biochemie II	2	1	-	5
	Medizinisches Grundpraktikum	-	-	3	2
	Organisch-chemisches Grundpraktikum	-	1	11	6
	Praktikum Bioorganische Chemie	-	-	4	2
	Praktikum Molekularbiologische	-	1	4	4
	Arbeitstechniken				
	Molekulargenetische Methoden in der Biochemie	2	1	-	5
29 SWS	Summe: 4. Semester	4	4	22	24
121 SWS	Summe 1. bis 4. Semester	42	22	58	120
5. (WS)	Biochemie III	2	1	-	5
	Molekularbiologisches Praktikum	-	1	4	4
	Bioethik	-	1	-	1
	Versuchstierkunde und Gentechnikrecht	2	-	-	2
	Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene	1	1	4	3
	Wahlpflichtvorlesung I-II*				10
	Biophysikalische Chemie I	2	1	-	5
	Nachhaltige Chemie I	2	1		5
	Nachhaltige Chemie III	2	1	-	5
	Analytische Chemie II	2	1	-	5
	Wahlpflichtpraktikum I**				5

Fachspezifische Wahlpflichtpraktika		-	-	8	5
<i>Synthese-Praktikum, Teil Life Science</i>					
Summe: 5. Semester				30	
6. (SS)	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunkttausbildung Forschendes Lernen	2	-	-	5
<i>Wahlpflichtvorlesung III*</i>				5	
<i>Organische Chemie III</i>		2	1	-	5
<i>Nachhaltige Chemie II</i>		2	1	-	5
<i>Wahlpflichtpraktikum II</i>				5	
Fachspezifische Wahlpflichtpraktika**					
<i>Physikalisch-chemisches F-Praktikum für Biochemiker</i>		-	-	8	5
<i>Analytisch-chemisches F-Praktikum</i>		-	1	6	5
<i>Technisch-chemisches Praktikum</i>		-	1	6	5
<i>Theoretisch-chemisches Praktikum</i>		-	1	6	5
Zusätzliche Wahlpraktika					
<i>Teaching Assistant</i>		-	1	6	5
<i>Wahlpraktikum Biochemie</i>		-	-	5	5
<i>Bachelor-Arbeit</i>				10	
Summe: 6. Semester				30	
Summe: 1.-6. Semester				180	

*) Aus den gelisteten Möglichkeiten oder gleichwertigen Angeboten der Fakultät für Chemie und Biochemie sind mindestens zwei Wahlpflichtvorlesungen zu absolvieren.

**) Aus den gelisteten Möglichkeiten oder gleichwertigen Angeboten der Fakultät für Chemie und Biochemie ist mindestens ein Wahlpflichtpraktikum zu absolvieren.

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

(3) Für die Aufnahme in den weiterführenden Master-Studiengang Biochemistry an der Ruhr-Universität Bochum sind für die Wahl der Module in Teil 2 des Modulplans die Zugangsvoraussetzungen zu diesem Masterstudiengang zu beachten (qualifizierter Bachelor).

4) Der Prüfungsausschuss kann in begründeten Ausnahmefällen Abweichungen von den Vorschriften der Absätze 1 bis 2 bzw. Abweichungen des Modulplans genehmigen.

Ersatzmodule 5. und 6. Semester

bis 10 CP

Lehrveranstaltungen aus den Bereichen

- Angewandte Informatik
- Betriebswirtschaft & Jura

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

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

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)						
Zielsetzung: Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegende Kenntnisse: I) den allgemeinen Konzepten der Chemie und des chemischen Rechnens II) der Chemie ausgewählter Hauptgruppenelemente III) Struktur und Reaktivität organischer Moleküle erlangen IV) der Arbeitsweise in chemischen Laboratorien und der Durchführung einfacher Versuche V) Grundlagen wissenschaftlicher Datenverarbeitung (Pythonprogrammierung; Daten- und Kontrollstrukturen)						
Kompetenzen: Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden: 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						
<u>Vorlesung und Übung (a) und b))</u>						
Teil: Konzepte der Allgemeinen Chemie						
Chemisches Rechnen: Stöchiometrisches Rechnen, Konzentrationen, pH-Wert, Mischungen;						
Chemische Statik: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome, Aufbau und Trends des Periodensystems der Elemente;						
Chemische Bindung: Moleküle und Orbitale, Valenzbindungstheorie, Molekülorbitaltheorie, Ionenkristalle und Kugelpackungen, metallische Bindung, Wechselwirkungen;						
Gestalt der Materie: Strukturen von Molekülverbindungen, VSEPR-Modell, Punktgruppensymmetrie;						
Chemische Energetik: Grundlagen der Enthalpie, Enthalpie, Satz von Hess, Born-Haber Kreisprozess;						
Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie, Katalyse;						
Chemisches Gleichgewicht: Gleichgewichtsreaktionen, Löslichkeitsgleichgewichte, Massewirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstante;						
Redoxreaktionen: Oxidationszahlen, Aufstellen und Ausgleichen von Redoxreaktionen, Redoxpotentiale, Redoxgleichgewichte, Batterien;						
Säuren und Basen: Säure/Base Theorien, starke, schwache Säuren;						
Teil: Konzepte der Hauptgruppenchemie						
Elemente der 2. Und 3. Periode: Vorkommen, Struktur und Darstellung						
Chemie der Hauptgruppenelemente: Element-Wasserstoffverbindungen von elektronenarm bis elektronenreich, Element-Halogen, Element-Sauerstoffverbindungen						
Teil: Konzepte der Organischen Chemie						
Chemie des Kohlenstoffs: Was ist organische Chemie?						

Nomenklatur organischer Moleküle: Substanzklasse der Alkane, Übersicht über funktionelle Gruppen (insbesondere Alkene/Alkine, Alkohole, Amine, Ether, Carbonsäurederivate),

Struktur organischer Moleküle: verschiedene Projektionen, Stereochemie, (Konformation, Konstitution, Konfiguration);

Konzepte zur Reaktivität: Partialladungen, elektronenziehende und -schiebende Gruppen, Nukleophil/Elektrophil am Beispiel von Reaktionen an der Carbonylgruppe

Praktikum c)

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

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

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

Biochemie im Kontext

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

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 a) Physikalische Grundlagen der Chemie			Kontaktzeit 5 SWS, 75 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 200 Studierende Übungsgruppen : 30

Teilnahmevoraussetzungen:

keine

Lernziele

Absolventen dieses Moduls erwerben ein grundlegendes Verständnis physikalischer und physikalisch-chemischer Konzepte und ihre Anwendungen in der nachhaltigen Chemie.

Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Fragestellungen und Konzepte der Physik und physikalischen Chemie zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.

Inhalt

1. Grundbegriffe: Wissenschaftliches Arbeiten, SI-Einheiten, Naturkonstanten, Einfache Eigenschaften physikalischer Körper
2. Modellhafte Beschreibungen: Vorteile und Grenzen
3. Physikalische Grundlagen: Kräfte, Bewegungsgleichungen, Impuls, Drehimpuls, Arbeit, Leistung, Energie, Potentiale, Schwingungen und Wellen, Interferenz
4. Bausteine der Materie und ihre Beobachtung: Welle-Teilchen-Dualismus, H-Atom, Mehrelektronensysteme, Moleküle, Quantisierte Energiezustände
5. Systeme mit vielen Teilchen: Energieverteilung, mittlere Energie, Temperatur, ideales Gasgesetz
6. Thermodynamik: thermodynamische Systeme, innere Energie, Energieerhaltung, Hauptsätze der Thermodynamik.
7. Einfache Anwendungen der Thermodynamik: Volumenarbeit, Wärmepumpe
8. Molekulare Wechselwirkungen und Umwandlungsprozesse: van-der-Waals-Gleichung, Phasengrenzlinien, chemische Reaktionen
9. Thermodynamische Kenngrößen: Enthalpie und Entropie, freie Gibbs-Energie, chemisches Potential
10. Gleichgewichtsprozesse: Phasengrenzlinien, Reaktionsgleichgewichte, Gleichgewichtskonstante

Lehrformen

Vorlesung (3 SWS, 45 h), Übung (2 SWS, 30 h).

Prüfungsformen

Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bestehen der Klausur

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

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

Stellenwert der Note für die Endnote

Nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

Dozenten der physikalischen Chemie

Sonstige Informationen

Analytische Chemie I

Analytische Chemie I							
Modul-Nr. 4	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester		
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Analytische Chemie I b) Übungen zur Vorlesung Analytische Chemie I		Kontaktzeit a) 3 SWS / 42 h b) 2 SWS / 28 h		Selbststudium 80 h	Gruppengröße 150 Studierende		
Teilnahmevoraussetzungen							
Keine							
Lernziele (learning outcomes)							
<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							

Physikalische Chemie I**Physikalische Chemie I**

Modul-Nr. 5	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

Praktische Grundlagen der Analytischen und Physikalischen Chemie

Praktische Grundlagen der Analytischen und Physikalischen Chemie

Modul-Nr. 6	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Analytisch-chemisches Grundpraktikum b) Physikalisch Chemisches Grundpraktikum	Kontaktzeit a) 7 SWS / 98 h b) Praktikum: 4 SWS / 60 h, Seminar: 1 SWS / 15 h	Selbststudium a) 22 h b) 45 h	Gruppengröße 50 Studierende		

Teilnahmevoraussetzungen

- a) Leistungsnachweis Analytische Chemie I und Teilnahmenachweis Fachübergreifendes Einführungspraktikum
b) Mathematik für Chemiker oder Physikalische Grundlagen der Chemie

Lernziele (learning outcomes)

Zielsetting:

- a) Erwerb breit angelegter Praxiskenntnisse der klassischen Verfahren der quantitativen und grundlegenden Verfahren der instrumentellen Analyse; Einüben der spezifischen Arbeitstechniken der nasschemischen analytischen Chemie: Gerätekunde, Gerätebedienung und quantitative Arbeitstechnik; Selbständige und software-gestützte Auswertung der Versuchsergebnisse. Erlernen des primären Protokollierens experimenteller Ergebnisse im Laborjournal und des Erstellens vollständiger Versuchsprotokolle einschließlich der sicherheitstechnischen Aspekte, Fehlerbetrachtung und Ergebnisbewertung.
b) Nach Ende des Praktikums haben Studierende ein apparatives und theoretisches Verständnis grundlegender experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie erworben. Sie werden in der Lage sein, die durchgeführten Experimente in schriftlichen Berichten nach detaillierten Vorgaben darzustellen und in einem Seminarbeitrag zu präsentieren.

Kompetenzen:

- a) Die Studierenden erwerben umfangreiche praktische Kenntnisse zur chemischen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie Erfahrungen in der Bewertung und Anwendbarkeit von verschiedenen chemischen Analysemethoden auf umweltanalytische Fragestellungen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden quantitative Analysenergebnisse erzielen, dokumentieren und deren Qualität einschätzen.
b) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, durchgeführte physikalisch-chemische Experimente schriftlich zu dokumentieren und erzielte Ergebnisse in einem detaillierten Protokoll oder in einem Seminarbeitrag darzustellen.

Inhalt:

Analytisch-chemisches Grundpraktikum

- Sicherheitsunterweisung: Vermittlung praktischer Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem analytisch-chemischen Labor

- Grundlegen nasschemische Analyse- und Trennmethoden
- Instrumentelle Bestimmungsmethoden einschließlich verschiedener Kalibrationsverfahren (verschiedene spektroskopische und elektrochemische Analysen)
- Projektarbeit zu komplexeren analytischen Fragestellungen im Kontext der Prozess-, Umwelt- und Bioanalytik
- Beurteilung, Validierung und Dokumentation der erzielten Analysenergebnisse

Physikalisch-chemisches Grundpraktikum

Apparative Methoden: Physikalische und chemische Sensoren, Datenaufnahme per Computer, Kalorimeter, Wärme- und Kältebäder, Vakuumanlagen, Laser, Gasanlagen, Elektroden

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

Präsentationstechniken: Optimale Gestaltung einer Präsentation

Lehrformen

- a) Praktikum
- b) Praktikum und Seminar

Prüfungsformen

- a) Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle.
- b) Antestate vor den Versuchen, Überprüfung der Versuchsprotokolle anhand von detaillierten Vorgaben.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Erfolgreiche Durchführung und Dokumentierung der Analysen, Anfertigung von schriftlichen Analysenprotokollen und die Durchführung einer Projektarbeit.
- b) Erfolgreiche Durchführung der Experimente mit Antestat, Anfertigung von detaillierten Protokollen.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

BSc. Nachhaltige Chemie

Stellenwert der Note für die Endnote

nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

- a) A. Rosenhahn, W. Schuhmann, S. Seisel, K. Tschulik
- b) S. Henkel, M. Havenith

Sonstige Informationen

Mathematik für Chemiker

Mathematik für Chemiker

Modul-Nr. 7	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 1. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung Mathematik für Chemiker			a)3 SWS/ 45h	75 h	a) ca. 200 Stud.
b) Übung Mathematik für Chemiker			b)2 SWS/ 30h		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

Grundlagen der Physik

Grundlagen der Physik					
Modul-Nr. 8	Credits 7 CP	Workload 210 h	Semester 2. Sem.	Turnus SoS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Physik II b) Übung Physik II			Kontaktzeit a) 4 SWS / 96 h b) 1 SWS / 24 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 <ul style="list-style-type: none"> 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					

Einführung in die Biologie I

Einführung in die Biologie I					
Modul-Nr. 9	Credits 4 CP	Workload 120 h	Semester 1. Semester	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Einführung in die Biologie I (190700)		Kontaktzeit 28 h	Selbststudium 92 h	Gruppengröße ca. 80 Teilnehmer	
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele Grundlegendes Verständnis von Lebensprozessen, Einblicke in die Vielfalt von biologischen Systemen, fokussiert auf die Gebiete Tieranatomie und -physiologie					
Inhalt Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen:					
<ul style="list-style-type: none"> • Die Zelle • Gewebelehre • Neuronale Kommunikation • Nervensystem • Sensorik I • Sensorik II • Hormonelle Regulation • Herz, Muskel • Atmung • Energie und Wärmehaushalt • Mineral-Homöostase • Exkretion • Ernährung • Immunologie 					
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: Klausurnote besser als 4: 4 CP					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende N. N., M. Andriske, F. Paris, G. Gisselmann, A. Reiner, K. Störkkuhl					
Sonstige Informationen					

Einführung in die Biologie II

Einführung in die Biologie II					
Modul-Nr. 10	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester a) 2. Sem.	Turnus a) nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Einführung in die Biologie II (190903)		Kontaktzeit a) 28 h	Selbststudium a) 122 h	Gruppengröße	

b) Biologisches Grundlagenpraktikum für Biochemiker (190904)	b) 45 h	b) 45 h	max. 60 Teilnehmer
Teilnahmevoraussetzungen:			
a) keine			
b) Nur BSc-Studierende der Biochemie. Das Praktikum wird für Studierende mit Abschluss BTA oder vergleichbar anerkannt			
Lernziele			
a) Grundlegendes Verständnis von Lebensprozessen, Einblicke in die Vielfalt von biologischen Systemen, fokussiert auf die Gebiete Mikrobiologie und Botanik			
b) Einüben von Arbeitstechniken am Beispiel ausgewählter biologischer Phänomene im Bereich Zoophysiologie, Pflanzenbiochemie, Botanik, bakterielle und Hefephysiologie			
Inhalt			
a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit folgenden Themen:			
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Mikrobiologie, Methoden in der Mikrobiologie • Aufbau der Zelle, Wachstum, Molekulare Genetik der Bakterien • Regulation der bakteriellen Genexpression • Mikrobielle Besiedlung von Extremhabitaten – Diversität • Prinzipien mikrobieller Energiewandlung • Energiegewinn durch anaerobe Prozesse – mikrobielle Gärungen • Aerobe Prozesse, anaerobe Respiration – Methanogenese • Respiratorische und lichtgetriebene Energiewandlung • Einführung in die Pflanzenzelle • Stickstoff- und Schwefel-Fixierung • Photosynthese – Lichtreaktion; Energetik/Mitchell; CO₂-Fixierung • Diversität botanischer Organismen – Anatomie der höheren Pflanzen • Algen: Morphologie und Systematik; • Pilze, Systematik, Lebenszyklen, Physiologie 			
b) Im Praktikum werden folgende Themen behandelt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Exkretion • Ernährung • Sinnesphysiologie • Stickstofffixierung • Photosynthese • Pflanzeninhaltsstoffe • Mikrobiologie – Genregulation • Botanische Systeme 			
Lehrformen			
a) Vorlesung			
b) Praktikum			
Prüfungsformen			
a) Klausur			
b) An- oder Nachtestate, Praktikumsprotokolle			
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten			
a) Bestehen der Klausur			
b) Regelmäßige Teilnahme (1 begründeter Fehltermin erlaubt) und Erfüllung der Bestehensanforderungen (An- oder Nachtestate, Praktikumsprotokolle)			
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)			
Stellenwert der Note für die Endnote:			

- a) nach CP gewichtet (5 CP)
 b) unbenotet (3 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

C. Mügge

- a) S. Baginsky, J. Bandow, T. Happe, C. Mügge, D. Tischler
 b) M. Andriske, S. Baginsky, J. Bandow, G. Gisselmann, T. Happe, A. Hemschemeier, J. Lambertz, C. Mügge, D. Tischler

Sonstige Informationen**Organische Chemie I****Organische Chemie I**

Modul-Nr. 11	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Organische Chemie I			Kontaktzeit 4 SWS / 52 h	Selbststudium 98 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 240

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Lernziele (learning outcomes)

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende das Basiswissen der Organischen Chemie
- verstehen Studierende strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie
- können Studierende die Reaktivitäten im Bereich von funktionalisierten Alkanen, Alkenen und Alkinen einschätzen
- verstehen Grundlagenkenntnisse als Voraussetzung für eine Nachhaltige Chemie.

Inhalt

- Struktur und Bindungen organischer Moleküle
- Übersicht über funktionelle Gruppen, Stoffklassen und Naturstoffe
- Herstellung, Eigenschaften und grundlegende Reaktionen von Alkanen, Halogenalkanen, Alkoholen, Alkenen und Alkinen

Lehrformen

Inverted Classroom: Videos als Lehrmaterial; im Hörsaal Übungen und zusätzliche Erläuterungen; ergänzendes Tutorium

Prüfungsformen

Klausur (120min.) am Semesterende

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bestehen der Klausur

Verwendung des Moduls

Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie; als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie

Stellenwert der Note für die Endnote

Nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

G. Dyker, F. Schulz

Sonstige Informationen

e-learning-Modul, Link: http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html

Organische Chemie II

Organische Chemie II

Modul-Nr. 12	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Sem.	Turnus nur WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Organische Chemie II			Kontaktzeit 4 SWS / 52 h	Selbststudium 98 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200

Teilnahmevoraussetzungen

Es wird zuvor der erfolgreiche Abschluss des Moduls Organische Chemie I empfohlen.

Lernziele (learning outcomes)

Diese Lehrveranstaltung erweitert das Basiswissen der Studierenden in Organischer Chemie. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- verstehen Studierende erweiterte strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie.
- verstehen Studierende weiterführende organisch-chemische Fragestellungen.
- können Studierende fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.
- können Studierende Reaktivitäten im Bereich von Aromaten, Carbonylverbindungen und Heterocyclen einschätzen.
- erwerben erweiterte Grundkenntnisse zur organisch chemischen Prozessoptimierung als Voraussetzung für eine Nachhaltige Chemie.

Inhalt

- Chemie der Aromaten; Farbstoffe, Polymere
- Eigenschaften, Herstellung und Reaktionen von Carbonylverbindungen
- Amine und Heterocyclen
- Nachhaltigkeit und Atomökonomie

Lehrformen

Inverted Classroom: Videos als Lehrmaterial; im Hörsaal Übungen und zusätzliche Erläuterungen; ergänzendes Tutorium

Prüfungsformen

Klausur (120min.) am Semesterende

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bestehen der Klausur

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie; als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie.

Stellenwert der Note für die Endnote

Nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

G. Dyker, F. Schulz

Sonstige Informationen

e-learning-Modul, Link: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html>

Methoden der Strukturaufklärung

Methoden der Strukturaufklärung

Modul-Nr. 13	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)

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

Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die in der eigenständigen Laborarbeit hergestellten Substanzen zu charakterisieren und Strukturen zu verifizieren.

Inhalte:

UV/VIS-Spektroskopie: Messtechnik, Elektronenanregung und Molekülstruktur, Extinktion, Chromophore, p-p* und n-p*-Übergänge, UV/VIS-Spektren organischer Substanzklassen.

IR-Spektroskopie: Messtechnik (Probenformen, Ablauf der Messung), wichtige theoretische Grundlagen (Oszillatoren, Obertöne, Fermi-Resonanz, Auswahlregeln, etc.), Identifizierung funktioneller Gruppen in komplexen Verbindungen anhand von Gruppenfrequenzen, Isotopeneffekte, Einfluß von Medium und Aggregation auf IR-Spektren; Grundlagen der Raman-Spektroskopie

Massenspektrometrie: Aufbau von Massenspektrometern, Ionisations- (EI, FAB, ESI, MALDI) und Detektionstechniken, Charakteristische Zerfalls muster organischer Verbindungen.

NMR-Spektroskopie: *Physikalische und messtechnische Grundlagen:* Makroskopische Magnetisierung, Vektormodell, Relaxation, Probenbereitung, einfache Pulsprogramme, Fouriertransformation zu 1D- und 2D-NMR-Spektren, Breitbandige und selektive Anregung bzw. Entkopplung; 2D-Spektren - COSY, HMQC. *Spektrale Parameter und molekulare Struktur:* Chemische Verschiebungen in ¹H- und ¹³C-NMR Spektren - elektronische Umgebung, Anisotropie, Ringstrom, Lösungsmittelleinfluß 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

Kombination von spektroskopischen Techniken und chemischem Wissen zur Strukturaufklärung unbekannter Stoffe: Welche Technik für welche Fragestellung? Welche spektrale Information ist hinreichend für die Identifizierung einer Struktureigenschaft - welche Daten sind nur Hinweise? Problemlösungen in den Übungen.

Lehrformen

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

Praxis der Organischen und Bioorganischen Chemie**Praxis der Organischen und Bioorganischen Chemie**

Modul-Nr. 14	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 4. Sem.	Turnus SoS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) organisch-chemisches Grundpraktikum mit Seminar (6 CP) c) Praktikum Bioorganische Chemie (2 CP)			Kontaktzeit 15 SWS / 180 h	Selbststudium 60 h	Gruppengröße Ca. 140 pro Jahr (96 Praktikums-Plätze semesterbegleitend, 44 im Blockpraktikum)

Teilnahmevoraussetzungen: Der erfolgreiche Abschluss mindestens eines der Module Organische Chemie I oder Organische Chemie II.

Lernziele (learning outcomes)

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende ein apparatives und praktisches Verständnis der Grundoperationen der Organischen Synthese
- Studierende erwerben die Fähigkeit, einfache Synthesevorschriften im Bereich der Organischen Chemie praktisch nachzuvollziehen.
- Sind die Studierenden vertraut mit den grundlegenden Sicherheitsvorschriften in der Organischen Chemie
- Kennen die Studierenden grundlegende Aspekte der Bioorganischen Chemie, sowie über die Spektroskopie von Biomolekülen (1D, 2D - NMR).

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).
- Bioorganische Reaktionen, wie die Modifikation von Phospholipiden, Reaktion der Bäckerhefe, enzymatische Synthese eines chiralen Alkohols und enzymatische Peptidsynthese.
- Auswerten von 1D und 2D -NMR Spektren von Biomolekülen

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 Biochemie.
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

Grundlagen der Biochemie und Medizin

Grundlagen der Biochemie und Medizin					
Modul-Nr. 15	Credits 7 CP	Workload 210 h	Semester a) 2. Sem. b) 3. Sem.	Turnus a) nur SS b) nur WS	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße ca. 80 Teilnehmer
a) Einführung in die Biochemie (184200) b) Medizinisches Grundlagenpraktikum für Biochemiker (209382)			a) 42 h b) 45 h	a) 108 h b) 15 h	
Teilnahmevoraussetzungen:					
a) keine b) keine					
Lernziele					
a) Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse über den molekularen Aufbau lebender Systeme. Es wird ein grundlegendes Verständnis für wichtige Grundbausteine, für die Biochemie wichtige Reaktionen und den Aufbau unterschiedlicher Zellkompartimente entwickelt. Darüber hinaus werden grundlegende Vorstellungen der Funktion von Membran-, Transport- und Motorproteinen, Signalübertragungsketten sowie der hormonellen Koordination größerer Organsysteme erarbeitet. Nach Abschluss der Vorlesung können die Teilnehmer grundlegende biochemische Fragestellungen verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.					
b) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende biochemische Techniken auf medizinisch relevanten Gebieten und entwickeln ein Verständnis für komplexe biologische Zusammenhänge, auch mit pathobiochemischen Bezügen. Außerdem erhalten sie einen Einblick in die rasante Entwicklung der analytischen bzw. diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten in der Medizin. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer grundlegende biochemische Techniken im medizinischen Zusammenhang anwenden.					
Inhalt					
a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen:					
<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
- Prinzipien der Signaltransduktion am Beispiel der γ -Transmembranrezeptoren
- Koordination der Funktion verschiedener Organe durch Hormone

b) Im Praktikum werden folgende Themen behandelt:

- Biochemie und Pathobiochemie
 - Gendiagnostik: Mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion untersuchen die Studierenden randomisierte Blutproben sowie Proben von Patienten mit maligner Hyperthermie. Die Studierenden erlernen unter Anleitung das gesamte Vorgehen, von der Blutentnahme über die Isolierung der enthaltenen DNA bis hin zur Analyse mittels PCR und nachfolgender Gelelektrophorese. In der Gruppe wurden die Proben befundet und besprochen.
 - Glukosestoffwechsel: Anhand von eigenen Blutproben sowie randomisierten Patientenproben wird die Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) besprochen. Freiwillige unter den Studierenden unterziehen sich einem Glukose-Toleranztest. Hierzu werden sie unter orale Glukosebelastung gesetzt. Über einen Zeitraum von 2 h werden zu definierten Zeitpunkten von Mitstudierenden Blutproben gewonnen, aus denen dann in der Gruppe die Glukosekonzentration bestimmt wird. Anhand des zeitlichen Verlaufes lässt sich die Regulation des Blutzuckerspiegels besprechen. zudem werden pathologische Veränderungen und deren molekularer Hintergrund besprochen.
- Mikroskopische Anatomie
 - Anhand ausgewählter Gewebepräparate erlernen die Studierenden zunächst die Grundzüge der Lichtmikroskopie. Es wird ein erster Einblick in die Struktur einzelner humaner Gewebe gewonnen und mögliche pathologische Veränderungen diskutiert.
- Humangenetik
 - Zytogenetik: Anhand von zu erstellenden Karyogrammen erlernen die Studierenden die Organisation des humanen Genoms in Chromosomen. Es werden die unterschiedlichen Formen der Chromosomenaberrationen, deren molekulare Grundlage und mögliche phänotypische Ausprägungen veranschaulicht.
 - Molekulargenetik: *E.-coli*-DNA wird isoliert und mittels Gelelektrophorese analysiert. In diesem Versuchsteil wird den Studierenden der molekulare Aufbau der DNA vermittelt. Ferner werden unterschiedliche Mutationstypen besprochen. Anhand einer Thromboembolie ursächlich in einer Mutation des Faktor-V-Gens wird auch exemplarisch der klinische Bezug hergestellt.
- Physiologie
 - Anhand eigener Blutproben wird der prozentuale Anteil der Blutzellen am Blutvolumen (Hämatokrit) bestimmt. Im Zuge dieser Analyse werden auch die einzelnen Blutbestandteile besprochen. In einer weiteren Untersuchung erlernen die Studierenden die Bestimmung des Hämoglobinwertes mittels Zyanmethämoglobin-Methode. Außerdem werden nochmals die Grundlagen der Photometrie besprochen. Abschließend werden noch die Erythrozyten- und Leukozytenkonzentrationen bestimmt und deren Bedeutung für die klinische Diagnostik besprochen.

Lehrformen

- a) Vorlesung
- b) Praktikum

Prüfungsformen
a) Klausur
b) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
a) Bestehen der Klausur
b) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle Versuche
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Stellenwert der Note für die Endnote:
a) nach CP gewichtet (4 CP)
b) unbenotet (2 CP)
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
a) R. Stoll
b) K. Döring, R. Erdmann, W. Gerding, W. Girzalsky, H. P. Nguyen, J. Tatzelt, D. Wenzel, K. Winklhofer
Sonstige Informationen

Theorie und Praxis der Biochemie II

Theorie und Praxis der Biochemie I					
Modul-Nr. 16	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 3. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Biochemie I (184320, 184321)			a) 42 h	a) 108 h	ca. 70
b) Praktikum Biochemische Arbeitstechniken (184322)			b) 60 h	b) 60 h	Teilnehmer

Teilnahmevoraussetzungen:

- a) keine, Vorkenntnisse aus der Einführung in die Biochemie sind aber dringend empfohlen
- b) keine

Lernziele

- a) 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.
- b) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende biochemische Techniken.
Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbständig biochemische Versuche nach Versuchsskript durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.

Inhalt

- a) 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, Ionophore (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-Synthase: Protonengradient, Elektronen-transport, mitochondriale Elektronentransportkette, ATPase: Rotationsmechanismus 3
 - Pentosephosphatweg: oxidativer und nicht oxidativer Zweig
 - Abbau von Aminosäuren: Transaminierung, Desaminierung, Harnstoffzyklus, Kopplung Harnstoffzyklus-Citratzyklus, Koordination des Stoffwechsels
- b) Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im biochemischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung vermittelt werden.
Im Praktikum werden fünf Versuche durchgeführt:
 - BA-1: Isolierung von α -Lactalbumin aus Rohmilch
 - Fraktionierte Fällung von Milchproteinen
 - Weitere Aufreinigung des α -Lactalbumins durch Gelfiltrationschromatographie
 - BA-2: Untersuchung von α -Lactalbumin
 - Bestimmung der Proteinmenge in den Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1
 - Analyse der Fällungsschritte und der Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1 durch SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese

- BA-3: Isolierung von Phospholipasen aus Pflanzen und deren Analyse mittels fluoreszierender Lipide
 - Isolierung von Phospholipasen aus Weizenkeimlingen
 - Verdau von Lipiden mit Phospholipasen
 - Dünnschichtchromatographische Auftrennung der verdauten Lipide
- BA-4: Isolierung von Glykogen aus Leber
 - Extraktion von Glykogen aus Schweineleber
 - Analyse des Zeitverlaufs der sauren und enzymatischen (Speichel) Hydrolyse des Glykogens
- BA-5: Charakterisierung von Urease
 - Bestimmung der Ureasekonzentration
 - Messung der Enzymaktivität der Urease mit einem gekoppelten optischen Test

Lehrformen

- a) Vorlesung mit Übung und begleitendem e-Learning-Modul
 b) Praktikum

Prüfungsformen

- a) Klausur
 b) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Bestehen der Klausur
 b) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle fünf Versuche

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)**Stellenwert der Note für die Endnote:**

- a) nach CP gewichtet (5 CP)
 b) unbenotet (3 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

T. Günther-Pomorski, S. Neumann, D. Wolters, D. Tapken, M. Hollmann, R. Stoll

Sonstige Informationen**Theorie und Praxis der Biochemie II**

Theorie und Praxis der Biochemie II					
Modul-Nr 17	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 4. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	Gruppengröße
a) Biochemie II (184400, 184401) b) Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken (184403)		a) 42 h b) 60 h		a) 108 h b) 60 h	ca. 50 Teilnehmer

Teilnahmevoraussetzungen:

- a) keine
- b) keine

Lernziele

- a) Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über Struktur, Funktion und Biosynthese der Nukleinsäuren und ihrer Bausteine und damit die Grundlagen der Speicherung und Weitergabe genetischer Information. Anhand dieser Kenntnisse werden die Mechanismen der Genexpression erarbeitet, wobei der Schwerpunkt bei Prokaryoten liegt und sowohl die Transkription einschließlich ihrer Regulation als auch die Translation betrachtet werden. Nach Abschluss der Vorlesung haben die Teilnehmer einen Überblick über den Fluss der genetischen Information, die zugehörigen Strukturen und Mechanismen sowie pharmakologische Eingriffsmöglichkeiten.
- b) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende molekularbiologische Techniken. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbstständig molekularbiologische Versuche nach Versuchsskript durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.

Inhalt

- a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit der Biochemie der Nukleinsäuren:
 - Geschichte der Entdeckung der Nukleinsäuren, ihrer Struktur und Funktion
 - Biosynthese, Rückgewinnung und Abbau der Purin- und Pyrimidinnukleotide, Regulation des Nukleotidstoffwechsels, Chemotherapeutika
 - Struktur und Eigenschaften der DNA: Aufbau der Doppelhelix, verschiedene Doppelhelixformen (A, B, Z), strukturstabilisierende Wechselwirkungen, Stabilität und Denaturierung, Topologie und Superhelizität, Topoisomerasen
 - DNA-Replikation in Prokaryoten: Aufbau von DNA-Polymerasen, Pol I, Pol III-Holoenzymkomplex, Prozessivität, Genauigkeit und Fehlerkorrektur, Helikasen, Ligasen, Replikationsstart und -termination
 - DNA-Reparatur: Mutationstypen, Ursachen von Mutationen, direkte Reparatur, Exzisionsreparatur, Fehlpaarungsreparatur, Rekombinationsreparatur, Defekte von Reparaturmechanismen; DNA-Methylierung in Prokaryoten
 - Struktur und Eigenschaften der RNA, RNA-Klassen
 - Transkription in Prokaryoten: Aufbau des RNA-Polymerase-Holoenzyms, Promotoren, Transkriptionsinitiation und -termination, Inhibitoren der prokaryotischen Transkription (Antibiotika); RNA-Prozessierung; reverse Transkription
 - Transkriptionsregulation in Prokaryoten: konstitutive und induzierbare Enzyme, *lac*-Operon, *araBAD*-Operon, *trp*-Operon, Katabolitrepresion, Attenuierung, Struktur von DNA-Bindeproteinen, Riboschalter
 - Genetischer Code und tRNA: Entschlüsselung und Aufbau des genetischen Codes, Struktur der tRNA, Kopplung von Aminosäuren an tRNA, Struktur und Funktion von Aminoacyl-tRNA-Synthetasen, Genauigkeit und Fehlerkorrektur beim Beladen der tRNA, Kodon-Antikodon-Wechselwirkungen, Degenerierung des genetischen Codes, Wobble-Hypothese
 - Translation: Struktur von Ribosomen, rRNA und ribosomale Proteine, Polysomen, Translationsinitiation bei Prokaryoten und Eukaryoten, Elongation bei der prokaryotischen Translation, Elongationsfaktoren, Mechanismus der Transpeptidierung, Ribozyme, Translokation, Fehlerkorrektur bei der Translation, Translationstermination, Hemmstoffe der Translation (Antibiotika)
- b) Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im molekularbiologischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung sowie zum Umgang mit genetisch veränderten Organismen vermittelt

werden.

Im Praktikum werden fünf Versuche durchgeführt:

- MA-1: Genetik von *Saccharomyces cerevisiae*
 - Kultivierung von Hefezellen auf Agarplatten
 - Analyse von Zellzyklus- und Purinstoffwechselmutanten
- MA-2: Isolierung und elektrophoretische sowie RT-PCR-Analyse von RNA
 - Trennung von Cytoplasma und Kernen aus HeLa-Zellen
 - Isolierung von cytoplasmatischer und Kern-RNA
 - Aufreinigung der RNA mit Silikasäulen
 - Analyse der RNA durch Polyacrylamid-Gelelektrophorese und RT-PCR
- MA-3: Isolierung und PCR-RFLP-Analyse von DNA zum Tierartennachweis in Lebensmitteln
 - Isolierung von DNA aus Lebensmittelproben
 - Aufreinigung der DNA mit Silikasäulen
 - Analyse der DNA durch PCR mit anschließender Restriktionsanalyse
 - Agarose-Gelelektrophorese
- MA-4: Isolierung von Plasmid-DNA
 - Isolierung von Plasmid-DNA aus *E. coli* mit alkalischer Lyse
 - Aufreinigung der Plasmid-DNA mit Anionenaustauschersäulen
 - Restriktionsanalyse der Plasmid-DNA
 - Agarose-Gelelektrophorese
- MA-5: ATP-Bestimmung mittels Luciferase-Assay
 - Herstellung eines Lysats aus HeLa-Zellen
 - Bestimmung der Proteinmenge im Lysat mit der Bradford-Methode
 - Analyse der Kinetik des ATP-Abbaus im Lysat mittels Luciferase-Assay

Lehrformen

- a) Vorlesung mit Übung
- b) Praktikum

Prüfungsformen

- a) Klausur
- b) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Bestehen der Klausur
- b) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle fünf Versuche

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

Stellenwert der Note für die Endnote:

- a) nach CP gewichtet (5 CP)
- b) unbenotet (3 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

D. Tapken, M. Hollmann, T. Günther-Pomorski

Sonstige Informationen

Molekulargenetische Methoden in der Biochemie

Molekulargenetische Methoden in der Biochemie

Modul-Nr. 16	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit 42 h	Selbststudium 108 h	Gruppengröße	

Molekulargenetische Methoden in der Biochemie (184404, 184405)			ca. 50 Teilnehmer
Teilnahmevoraussetzungen:			
keine, Besuch der parallel stattfindenden Vorlesung Biochemie II aber dringend empfohlen			
Lernziele			
Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über den theoretischen Hintergrund sowie praktische Aspekte gängiger molekularbiologischer Methoden.			
Nach Abschluss der Vorlesung haben die Teilnehmer theoretische Kenntnisse über molekularbiologische Methoden, die sie für deren praktische Anwendung im Labor benötigen.			
Inhalt			
Die Vorlesung behandelt die folgenden molekularbiologischen Methoden:			
<ul style="list-style-type: none"> • Restriktions- und Modifikationssysteme: Typ I, II und III; Typ-II-Restriktionsendonuklease: Eigenschaften, Subtypen, Mechanismus, Struktur; Einsatz von Restriktionsendonukleasen im Labor • <i>Escherichia coli</i> als Wirtsorganismus: Genotypen von Klonierungsstämmen, Aufbau der Zellwand, Nährmedien, Handhabung im Labor, Transformation; Selektion mit Antibiotika: Antibiotikagruppen, Wirkmechanismen, Resistenzen, Handhabung im Labor; Plasmide als Klonierungsvektoren • Lambda-Phagen: Reproduktionswege, Replikation, Substitutionsvektoren, Insertionsvektoren, Cosmide; Einzelstrangphagen, M13-Vektoren, Phagemide; Ligation: Mechanismus der DNA-Ligase, Anwendung im Labor • Präparation von Nukleinsäuren: Phenolextraktion, Alkoholfällung, Präparation von genetischer DNA, Präparation von Plasmid-DNA, alkalische Lyse, CsCl-Dichtegradientenzenentrifugation, Aufreinigung über Anionenaustauscher und Silikagel, Präparation von Phagen-DNA, Präparation von RNA, Konzentrationsbestimmung von Nukleinsäuren • Analyse von Nukleinsäuren: Agarose-Gelelektrophorese von DNA und RNA, Polyacrylamid-Gelelektrophorese; Nukleinsäureblotting: Southern Blot, Kolonie- und Plaque transfer, Northern Blot; Nukleinsäurehybridisierung: Stringenz und Selektivität, Herstellung und Markierung von Sonden • Polymerase-Kettenreaktion (PCR): Prinzip und Ablauf, Primerauswahl, DNA-Polymerasen, Thermocycler, RT-PCR, quantitative Real-Time-PCR: Verlauf, Quantifizierungsmethoden, Farbstoffe, Sonden, Schmelzkurven • PCR-Anwendungen: inverse PCR; RACE-PCR; Klonierung von PCR-Fragmenten: TA-Klonierung, Gibson-Assembly, Topoisomerase-Klonierung; <i>In-vitro</i>-Mutagenese: <i>Overlap-Extension</i>-PCR, Gibson-Assembly, Q5-Mutagenese, Quikchange, Mehrfachmutagenese, Zufallsmutagenese, Fragmentverknüpfung; DNA-Sequenzierung: Maxam-Gilbert-Verfahren, Sanger-Verfahren • Genomsequenzierung: Pyrosequenzierung, Illumina-Verfahren, SOLiD-Verfahren, Ion-Torrent-Verfahren, SMRT-Verfahren, Nanopore-Verfahren; Genomedierung: T-DNA-Insertion zur Herstellung von Knockout-Pflanzen, homologe Rekombination zur Herstellung von Knockout-Mäusen, strangbruchinduzierte Genomedierung: Meganukleasen, Zinkfinger-Nukleasen, TALE-Nukleasen, CRISPR/Cas9 • Proteinexpression: Auswahl eines Expressionssystems; Proteinexpression in <i>E. coli</i>: induzierbare Promotorsysteme, T7-Promotorsystem, DE3-Lysogene, pET-Vektorsystem, Fusionsproteine, Wirtsstämme; Proteinexpression in Insektenzellen, Baculoviren, Proteinexpression in HEK-Zellen • Charakterisierung von Proteinen mit UV/VIS-Spektroskopie • Charakterisierung von Proteinen mit CD-Spektroskopie 			

Lehrformen Vorlesung mit Übung
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 (4 CP)
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende D. Tapken, R. Stoll
Sonstige Informationen

Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Biochemie

Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Biochemie					
Modul-Nr. 17	Credits 15 CP	Workload 450 h	Semester 5. Sem.	WS uns SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Biochemie III (184500) b) Bioethik (184503) c) Molekularbiologisches Praktikum (184504) d) Grundlagen der Versuchstierkunde und Gentechnikrecht (184406) e) Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene (184501, 184502)	Kontaktzeit a) 45 h b) 15 h c) 64 h d) 28 h e) 58 h	Selbststudium a) 105 h b) 15 h c) 56 h d) 32 h e) 32 h	Gruppengröße ca. 50 Teilnehmer		

Teilnahmevoraussetzungen:

- a) keine
- b) keine
- c) bestandene Praktika Biochemische Arbeitstechniken (184322) und Molekularbiologische Arbeitstechniken (184403)
- d) keine
- e) bestandene Praktika Biochemische Arbeitstechniken (184322) und Molekularbiologische Arbeitstechniken (184403)

Lernziele

- a) Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über die für eukaryotische Zellen spezifischen komplexen Regulationsvorgänge, die bei der Expression genetischer Information vom Chromosom bis zur mRNA eine Rolle spielen. Des Weiteren werden die Regulationsmechanismen der Adressierung von Proteinen innerhalb der Zelle, die Zellzyklusregulation sowie die molekularen Grundlagen der Immunabwehr vermittelt. Außerdem werden Eigenarten der eukaryontischen Membran vorgestellt und Mechanismen zum Transport über Membranen. Zusätzlich werden die Teilnehmer in die Wissenschaftssprache Englisch eingeführt, durch das Verwenden von englischsprachigen Veröffentlichungen als Textgrundlage und bearbeiten von englischsprachigen Übungsaufgaben.
- b) Im Seminar lernen die Teilnehmer aktuelle bioethische Probleme kennen und erarbeiten Lösungsstrategien.
Nach Abschluss des Seminars können die Teilnehmer die erworbenen Grundkenntnisse über die Eigenart normativer Fragestellungen anwenden sowie aktuelle ethische Fragestellungen einschätzen und analysieren.
- c) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende molekularbiologische Techniken.
Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbständig molekularbiologische Versuche durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.
- d) Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse über die Haltung von und den Umgang mit Versuchstieren, die Durchführung von Tierversuchen inklusive der gesetzlichen Bestimmungen sowie über die gesetzlichen Bestimmungen bei der Durchführung gentechnischer Experimente.
Nach Abschluss der Vorlesung haben die Teilnehmer erste theoretische Kenntnisse über Tierversuche.
- e) In der kombinierten Seminar- und Praktikumsveranstaltung lernen die Teilnehmer, selbständig einen Vortrag zu einem vorgegebenen Thema vorzubereiten, vorzutragen und kritisch zu diskutieren. Die Themen orientieren sich dabei an den Arbeitsschwerpunkten der beteiligten Dozenten. Die Teilnehmer lernen darüber hinaus die Forschungsgebiete und aktuellen Forschungsmethoden sowie die spezielle Ausstattung der verschiedenen Arbeitsgruppen innerhalb der Lehreinheit Biochemie kennen.
Nach Abschluss der Veranstaltung haben die Teilnehmer die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Diskurs erworben. Außerdem haben sie einen Überblick über aktuelle Forschungsansätze und experimentelle Methoden in den Arbeitsgruppen der Biochemie erhalten, die Ihnen eine fundierte Entscheidung über die Ausrichtung ihrer im darauffolgenden Semester anstehenden Bachelorarbeit ermöglicht.

Inhalt

- a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit den komplexen Regulationsmechanismen in Eukaryoten:
 - Aufbau eukaryotischer Zellen: Unterschiede zu Prokaryoten, Organellen
 - Chromosomenaufbau: Polytänie, Nukleosomen, Chromatinstruktur
 - Replikation bei Eukaryonten: Mechanismus, DNA-Polymerasen, Telomerase

- Rekombinationsmechanismen und Transponierbare Elemente: Pseudogene und prozessierte Gene, Transposons, Retroposons, Hefe TY, Drosophila FB-Elemente
 - Reassoziation von Nukleinsäuren: Stabilität von Doppelstrang-Nukleinsäuren, T_m-Wert, repetitive DNA
 - Transkription bei Eukaryoten: Kernaufbau, Transport durch Kernporen, Capping, RNA-Klassen
 - RNA-Polymerase I - III: Promotor,
 - Prozessierung: rRNA, tRNA-Struktur, mRNA Promotorstruktur, RNA-Capping, Polyadenylierung, Spleißosom, Spleißvarianten
 -
 - DNA-binde Proteine: DNA-Bindeproteine, Zinkfinger-Proteine, Leucin-Zipper, Regulation von Transkriptionsfaktoren,
 - Ribozyme: selbstspleißende Introns, Ribozyme, Tetrahymena, RNase, Edieren von RNA
 - Regulation der Genexpression: Transkriptionsinitiation, Enhancer/Silencer, modulare Transkriptionsfaktoren
 - Biomembranen: Lipidzusammensetzung, Lipidstoffwechseln
 - Translokation von Proteinen: Signalhypothese, SRP, Docking-Proteine, Integration von Membranproteinen, Import in Organellen
 - Zellzyklus: Phasen des Zellzyklus, Cycline, CDKs, Regulation
 - Immunsystem: Immunzellen, Antikörperstruktur, Antikörperfertilität, T-Zellrezeptor, MHC-Moleküle
 - Komplementsystem: Komplementaktivierung, Verstärkungskaskade, MAC
- b) Das Seminar beschäftigt sich mit der Eigenart moralischer Fragestellungen, stellt unterschiedliche ethische Theorien und Prinzipien vor und behandelt rechtliche Fragestellungen sowie aktuelle Probleme der Bioethik:
- Fragen des Lebensendes am Beispiel des Hirntodkonzepts
 - ethische Probleme der Organtransplantation
 - moralischer Status von menschlichen Embryonen und Feten
 - Stammzellforschung, therapeutisches Klonen
 - Patentierung von Leben, Gerechtigkeitsfragen im Zusammenhang mit Patenten und dem Schutz geistigen Eigentums
 - Grundlagen der Tierethik
 - Sterbehilfe
- c) Die Vorlesung beschäftigt sich mit der Versuchstierkunde:
- ethische Aspekte: Mensch/Tier-Beziehung, Argumente für und gegen die Nutzung von Tieren zu wissenschaftlichen Zwecken, Beratende Kommission nach § 15 TschG
 - gesetzliche Aspekte: Definition des Tierversuches, andere Eingriffe an Tieren, Genehmigungs- und Anzeigeverfahren, sachkundige Person, zweckgezüchtete Tiere, Überwachung, weitere Gesetze mit dem Hintergrund Tierschutz
 - Biologie der Versuchstiere und deren Haltung: Einsatz von Tieren für verschiedene Forschungsgebiete, Pflege und Haltung, Verbesserung der Haltungsbedingungen, Umgang mit Versuchstieren, Ernährung, Erkennen von Schmerzen und Leiden
 - Mikrobiologie und Krankheiten: Gesundheitsüberwachung, Quarantäne, Hygiene, Desinfektion, spezifiziert pathogen freie Tiere, Barrièresysteme, Einfluss von Krankheiten auf Ergebnisse von Experimenten, Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit (infizierten) Tieren
 - Gesundheitsgefahren und Sicherheitsmaßnahmen in einem Tierlabor: Allergien, Zoonosen, Krankheitserreger, radioaktive Materialien
 - Planung und Durchführung von Tierversuchen: Erstellung eines Versuchsplans, Auswahl und Beschaffung der Versuchstiere, Tiermodelle, Übertragbarkeit der Ergebnisse von Tierversuchen auf den Menschen, statistische Aspekte

- Narkose, Analgesie und experimentelle Methoden: Methoden der Anästhesie und Narkose, Schmerzbehandlung, Wahl der richtigen Medikamente, Verbleib der Tiere nach Versuchsende, Euthanasie, Tierkörperbeseitigung, Beispiele für häufig angewandte operative und nichtoperative Methoden
 - Ersatz- und Ergänzungsmethoden zu Tierversuchen: Definition, 3-R-Prinzip (reduce, replace, refine), Möglichkeiten und Grenzen von Ersatz- und Ergänzungsmethoden
 - sowie mit dem Gentechnikrecht
- d) Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im molekularbiologischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung sowie zum Umgang mit genetisch veränderten Organismen vermittelt werden.
- Im Praktikum werden vier Versuche durchgeführt:
- *In-vitro*-Mutagenese
 - Untersuchung von Protein-Protein-Interaktionen mit dem *Yeast-Two-Hybrid*-System
 - *In-vitro*-Transkription
 - Identifizierung positiver Klone aus einer Lambda-Phagenbibliothek
- e) Die Inhalte hängen von den wechselnden Arbeitsgruppen ab, die jeweils am Praktikum beteiligt sind. Im einleitenden Seminar werden aktuelle Themen aus der Biochemie anhand des Vortrags eines Teilnehmers diskutiert sowie spezifische Fragestellungen der jeweiligen Arbeitsgruppen vom jeweiligen Dozenten vorgestellt. Anschließend werden unter aktiver Beteiligung der Teilnehmer ausgewählte Methoden und Anwendungen im Forschungslabor demonstriert.

Lehrformen

- a) Vorlesung, Übung
- b) Seminar
- c) Praktikum
- d) Vorlesung
- e) Praktikum, Seminar

Prüfungsformen

- a) Klausur
- b) aktive Teilnahme, Seminarvortrag
- c) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll
- d) Klausur
- e) aktive Teilnahme, Seminarvortrag

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Bestehen der Klausur
- b) aktive Teilnahme, ein bestandener Seminarvortrag
- c) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle vier Versuche
- d) Bestehen der Klausur
- e) erfolgreiche Teilnahme an Praktikum und Seminar, ein bestandener Seminarvortrag

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)**Stellenwert der Note für die Endnote:**

- a) nach CP gewichtet (5 CP)
- b) unbenotet (1 CP)
- c) unbenotet (4 CP)
- d) nach CP gewichtet (2 CP)
- e) unbenotet (3 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

- a) C Paweletz, D. Tapken
- b) K. Steigleder, T. Günther-Pomorski, R. Heumann

- c) R. Stoll
d) H.-P. Neidhardt, N.N.
e) I. Dietzel-Meyer, T. Günther-Pomorski, C. Herrmann, M. Hollmann, S. Kruss, F. Schulz, R. Stoll, D. Tapken, D. Wolters

Sonstige Informationen**Theorie und Praxis des Wahlfaches****„Biochemie der Membranen und des Nervensystems“****Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biochemie der Membranen und des Nervensystems“**

Modul-Nr. 18	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen b) eine der Spezialvorlesungen: i) Biochemie der Membranen und des Nervensystems (184631) ii) Ionenkanäle in Biomembranen/ Ion channels in Biomembranes (184632) iii) Structure, Function and Physiology of Nicotinic Acetylcholine Receptors (184633) c) Spezialpraktikum			Kontaktzeit a) 28 h b) 60 h	Selbststudium a) 122 h b) 60 h	Gruppengröße ca. 10

Teilnahmevoraussetzungen:

- a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen
- b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Biochemie der Membranen und des Nervensystems“ angehören.

Lernziele

- a)
 - i) In der Spezialvorlesung „Biochemie der Membranen und des Nervensystems“ werden vertiefende Grundlagen zu den Themen wie Membranen und des Nervensystems vermittelt zusammen mit einem Ausblick zur aktuellen Forschung.
 - ii) Nach Absolvierung der Vorlesung „Ionenkanäle in Biomembranen“ verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis der molekularen Mechanismen der Informationsverarbeitung und Regulation schneller Reaktionen in Biosystemen. Die Studierenden werden in Struktur, Funktion und Regulation der wichtigsten Membranproteine eingeführt, die an der Erzeugung und Verarbeitung von elektrischen Signalen in Rezeptoren, Nerven- und Muskelzellen sowie deren synaptischen Verbindungen beteiligt sind.
 - iii) Die Spezialvorlesung „Structure, Function and Physiology of Nicotinic Acetylcholine Receptors“ beschäftigt sich mit der Struktur, Funktion und Physiologie nikotinischer Acetylcholinrezeptoren von der Grundlagenforschung bis zur industriellen Wirkstoffentwicklung.
- b) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.

Inhalt

- a)
 - i) Die Spezialvorlesung beschäftigt sich mit:
 - Zellen des Nervensystems
 - Struktur und Funktion von neuronalen Synapsen
 - Elektrische Eigenschaften von Neuronen
 - Bildung und Recycling von presynaptischen Vesikeln
 - Motorproteine und vesikulärer Transport
 - Neurodegenerative Erkrankungen – Parkinson'sche Krankheit
 - Lipid-Signaling in neuronalen Zellen
 - Glukose-Metabolismus in neuronalen Zellen
 - Entwicklung des Nervensystems
 - Lernen und Gedächtnis
 - Fortschrittliche Lichtmikroskopie für die Neurowissenschaften
 - ii) Die Spezialvorlesung behandelt folgende Themen:
 - Ruhemembranpotential, Struktur und Funktion der Natrium-Kalium-ATPase
 - Konstitutiv öffnende K⁺-Kanäle
 - Länge und Zeitkonstante
 - Aufnahmetechniken
 - Spannungsaktivierte Ionenkanäle – Na⁺-Kanäle
 - Verzögerte gleichrichtende Kalium-Kanäle und das Hodgkin Huxley Model
 - Diversität der Kalium-Kanäle und verschiedene Wellenformen von Aktionspotentialen
 - Spannungsaktivierte Ca²⁺-Kanäle
 - Elektrische Synapsen
 - Chemische Synapsen und Ca²⁺-abhängige Freisetzung
 - Postsynaptische Ströme und die neuromuskuläre Synapse
 - Ionotrope Rezeptoren

- Metabotrope Rezeptoren
 - Aktionspotentiale im Herzen und des sympathischen Nervensystems
 - Photorezeptoren und Weiterleitung visueller Informationen ins Gehirn
 - Mechanorezeptoren und Informationsübertragung ins Gehirn
 - Haarzellen und Wahrnehmung von Geräuschen
 - Wie werden die Konzentrationen von extrazellulären Elektrolyten konstant gehalten – Niere und Aquaporine
 - Regulation der extrazellulären Ca^{2+} -Konzentration
- iii) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:
- Geschichte der Acetylcholinrezeptorforschung
 - Acetylcholinrezeptoren aus dem elektrischen Organ von *Torpedo*
 - Funktionelle Eigenschaften nikotinischer Acetylcholinrezeptoren an der neuromuskulären Endplatte und elektrophysiologische Methoden zu ihrer Untersuchung
 - Klonierung und Sequenzanalyse nikotinischer Acetylcholinrezeptoren
 - Expression klonierter nikotinischer Acetylcholinrezeptoren in heterologen Systemen, insbesondere in *Xenopus*-Oozyten.
 - Nikotinische Acetylcholinrezeptoren im zentralen und peripheren Nervensystem
 - Pharmakologie nikotinischer Acetylcholinrezeptoren
 - Struktur nikotinischer Acetylcholinrezeptoren, insbesondere der Agonistenbindestelle, Bindung kompetitiver Liganden
 - Liganden nikotinischer Acetylcholinrezeptoren als Medikamente und im Pflanzenschutz – ein Beispiel für moderne Aspekte der Wirkstoffentwicklung
 - Mutationen und Knockout von nikotinischen Acetylcholinrezeptoren
- a) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.

Lehrformen

- a) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul
 b) Praktikum

Prüfungsformen

- a) Klausur
 b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Bestehen der Klausur
 b) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)**Stellenwert der Note für die Endnote:**

- a) nach CP gewichtet (5 CP)
 b) nach CP gewichtet (4 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

T. Günther-Pomorski, I. Dietzel-Meyer, S. Neumann, M. Hollmann, D. Tapken, C. Methfessel, A. Faissner, E. Förster, N. Freund, O. Güntürkün, S. Herlitze, A. Reiner, C. Theiss, D. Wolters, D. Manahan-Vaughan

Sonstige Informationen**„Biomolekulare Chemie“****Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biomolekulare Chemie“**

Modul-Nr. 19	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen					
a) eine der Spezialvorlesungen: i) Biophysikalische Chemie I (184611) ii) Medicinal Inorganic Chemistry (181013) iii) Concepts of Spectroscopy (188252) b) Spezialpraktikum			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße ca. 10
			a) 28 h b) 60 h	a) 122 h b) 60 h	
Teilnahmevoraussetzungen:					
a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Biomolekulare Chemie“ angehören.					
Lernziele					
a) i) In der Vorlesung „Biophysikalische Chemie I“ werden vertiefende Grundlagen zu experimentellen Methoden zur Strukturaufklärung vermittelt, mit Beispielen für deren Anwendung auf biologische Makromoleküle. ii) Ziel der Vorlesung „Medicinal Inorganic Chemistry“ ist es, ein weiterführendes Verständnis der Rolle von Metallionen sowie von Metallionen-basierten Wirkstoffen in biomolekularen Systemen zu erlangen. iii) Nach Absolvierung der Vorlesung „Concepts of Spectroscopy“ verfügen die Studierenden über ein tiefergehendes Verständnis moderner spektroskopischer Methoden zur Aufklärung der Struktur, Wechselwirkungen, und Dynamik von Biomolekülen in verschiedenen Umgebungen. b) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.					
Inhalt					
a) i) Die Vorlesung beschäftigt sich mit: <ul style="list-style-type: none"> • Inter- und intramolekularen Wechselwirkungen • Proteinstruktur: Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur • Strukturelle Dynamik von Biomolekülen • Spektroskopiemethoden: FRET, CD, Schwingungsspektroskopie • Streumethoden • Mikroskopiemethoden ii) Die Spezialvorlesung behandelt folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte der Wirkstoffentwicklung • Zelluläre Metallionen-Homöostase • Toxizität • Synthese, Eigenschaften, und Wirkmechanismen von „Metallodrugs“, z.B. in der Krebstherapie, als Antibiotika, und in neurodegenerativen Erkrankungen iii) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte: <ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetische Strahlung im Vakuum und in Materie • Laserspektroskopische Methoden in verschiedenen Frequenzbereichen (von THz bis VUV) • Lineare und nicht-lineare Spektroskopietechniken, Raman, SERS, Ellipsometrie, SFG, SHG, zeitaufgelöste Spektroskopie 					

<ul style="list-style-type: none"> • Spektroskopie in verschiedene Umgebungen (Molekularstrahl, Edelgasmatrizen, Flüssigphase, Grenzflächen) • Nichtlineare Mikroskopie • Konfokale Mikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie, super-resolution, multi-Photon, Scanning Methoden <p>b) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.</p>
--

Lehrformen

- a) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul
b) Praktikum

Prüfungsformen

- a) Klausur
b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Bestehen der Klausur
b) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)**Stellenwert der Note für die Endnote:**

- a) nach CP gewichtet (5 CP)
b) nach CP gewichtet (4 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

M. Havenith, C. Herrmann, S. Huber, S. Kruss, D. Marx, N. Metzler-Nolte, P. Petersen, A. Rosenhahn, L. Schäfer, W. Schuhmann

Sonstige Informationen**„Proteine in der Biomedizin“****Theorie und Praxis des Wahlfaches „Proteine in der Biomedizin“**

Modul-Nr. 20	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen					
a) Spezialvorlesung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ (184651)			Kontaktzeit a) 28 h b) 60 h	Selbststudium a) 122 h b) 60 h	Gruppengröße ca. 10
b) Spezialpraktikum „Current Methods“					

Teilnahmevoraussetzungen:

- a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen
 b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Proteine in der Biomedizin“ angehören.

Lernziele

- a) In der Spezialvorlesung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ werden vertiefende Grundlagen zu den wichtigsten Themen der Strukturbioologie und Biospektroskopie sowie Massenspektrometrie vermittelt. Sie dient zur Wiederholung und Vertiefung von Inhalten, die zum Verständnis der aufbauenden Vorlesung zur Signaltransduktion und Energiewandlung beitragen
- b) Das Praktikum „Current Methods“ dient der praktischen Vertiefung der Inhalte aus der methodischen Vorlesung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ und ist eng daran gekoppelt.

Inhalt

- a) Die Spezialvorlesung beschäftigt sich mit:
- Cloning and Cell Biological Methods
 - Protein Expression in *Escherichia coli* and *Pichia pastoris*
 - Protein Folding
 - Separation of Proteins and Peptides
 - Protein Purification and Quantification
 - Bioinformatic Methods of Protein Modelling – Use of Artificial Intelligence
 - Introduction to Protein Structure Determination I – NMR
 - Introduction to Protein Structure Determination II - X-ray
 - Mass Spectrometry of Proteins
 - Bioinformatic Methods in Proteomics
 - Introduction to UV/Vis-, Raman- and FTIR-Spectroscopy
 - Spatio-temporally Resolved Fluorescence Spectroscopy
 - Biophotonics and Spectral Histopathology
 - Bioinformatic Analysis of Spatially Resolved Spectral Data
- b) Das Spezialpraktikum wird von den Dozenten des Schwerpunkts betreut, die die Vorlesungen der Spezialveranstaltung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ halten. Die Standardversuche umfassen die Themen
- Isolierung, Charakterisierung und funktionelle Rekonstitution von bR
 - Modelling von Proteinen
 - UV/Vis-Spektroskopie
 - Röntgenstrukturaufklärung
 - FTIR-Spektroskopie
 - NMR-Spektroskopie
 - Massenspektrometrie
 - Proteindatenbanken

Lehrformen

- a) Vorlesung
 b) Praktikum

Prüfungsformen

- a) Klausur
 b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Akzeptanz der Versuchsprotokolle inkl. kritischer Diskussion

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Bestehen der Klausur

b) Regelmäßige Teilnahme und erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls
--

Verwendung des Moduls:

Standardmäßig für BSc Biochemie, auch angeboten für MSc Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote:

a) nach CP gewichtet (5 CP)

b) nach CP gewichtet (4 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

M. Lübben

E. Hofmann, I. Vetter, R. Stoll, T. Rudack, K. Barkovits, S. Rozanova, K. Gerwert, C. Kötting, A. Mosig, F. Großrüschkamp, K. Marcus

Sonstige Informationen

Die Vorlesungs-CPs können auch ohne Praktikumsteilnahme erworben werden. Die Praktikums-CPs werden nur bei erfolgreicher Vorlesungsteilnahme vergeben.

„Molekulare Medizin“

Theorie und Praxis des Wahlfaches „Molekulare Medizin“

Modul-Nr. 21	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) eine der Spezialvorlesungen: i) Molekulare Regulation und Pharmakologie des Herz-Kreislauf- und Lungensystems (209815) ii) Virologie für Wissenschaftler (209040) iii) Molekulare Onkologie (209816) iv) Molekulare Immunologie (209805) v) Molekulare Chirurgie und Orthopädie vi) Ringvorlesung Molekulare Medizin (200030) b) Spezialpraktikum			Kontaktzeit a) 28 h b) 60 h	Selbststudium a) 122 h b) 60 h	Gruppengröße ca. 10

Teilnahmevoraussetzungen:

- a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen
- b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Molekulare Medizin“ angehören.

Lernziele

a)

- i) In der Spezialvorlesung „Molekulare Regulation und Pharmakologie des Herz-Kreislauf- und Lungensystems“ werden Grundlagen zu den Themen wie Physiologie und Pathophysiologie des kardiovaskulären sowie des pulmonalen Systems vermittelt.
 - ii) In der Spezialvorlesung „Molekulare Virologie“ werden Grundlagen zu wichtigen humanpathogenen Viren sowie deren Biologie vermittelt.
 - iii) In der Spezialvorlesung „Molekulare Onkologie“ werden zelluläre und molekulargenetische Grundlagen der Krebsentstehung und -behandlung vermittelt.
 - iv) In der Spezialvorlesung „Molekulare Immunologie“ werden die grundlegenden Funktionseinheiten des humanen Immunsystems, Erkrankungen des Immunsystems sowie deren Behandlung vermittelt.
 - v) In der Spezialvorlesung „Molekulare Chirurgie und Orthopädie“ wird ein vertieftes Verständnis von Biomaterialien, deren Herstellung und Einsatz in der Therapie vermittelt.
 - vi) Die Ringvorlesung Molekulare Medizin vermittelt die aktuellen Forschungsthemen der beteiligten Abteilungen innerhalb der Molekularen Medizin
- b) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.

Inhalt

a)

- i) Die Spezialvorlesung beschäftigt sich mit:
 - Physiologie und Pathophysiologie des Herz-Kreislauf- und Lungensystems
 - Herz und glatte Muskulatur
 - Muskel: Mechanismen der Kontraktion und Kontraktionsregulation
 - Sympathisches und parasympathisches Nervensystem
 - Pharmakodynamik und Kinetik
 - Herzkrankheit
- ii) Die Spezialvorlesung behandelt folgende Themen:
 - Virusstruktur, Pathogenese, Arbeitsweise, klinische Diagnostik
 - Atemwegsinfektionen (Influenza, RSV, Adenovirus)
 - Herpesviren, virale Immune-Escape-Strategien
 - Virushepatitiden
 - Ökologie und Evolution von Viren
 - Darminfektionen (Rotavirus, Adenovirus, Calicivirus, Norwalk)
 - Viruserkrankungen bei Kindern
 - Virale Onkogenese
 - Virale Zoonosen, hämorrhagische Viren
 - HIV
 - Prionen und die Sicherheit von Blutprodukten
- iii) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:
 - Onkogene und Tumorsuppressorgene
 - genetische Tumorprogressionsmodelle, chromosomale Instabilität
 - Regulation des Zellzyklus, Apoptose
 - Angiogenese, Invasion und Metastasierung
 - wichtige monogen erbliche Tumorsyndrome
 - Diagnose, Therapieprinzipien, Prävention

- iv) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:
- Einführung in die Funktionsweise des Immunsystems
 - Mechanismen der angeborenen Immunität
 - Antigen-Präsentation
 - Funktion des adaptiven Immunsystems: T-Zellen
 - Funktionsweise des adaptiven Immunsystems: B-Zellen und Antikörper
 - Komplementsystem
 - Immunpathologien: Autoimmunität, immunologische Methoden, Infektionsimmunologie
 - Manipulation der Immunantwort als therapeutische Strategie
 - Immunpathologien: Allergie, Signaltransduktion in Immunzellen
- v) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:
- Klinische Notwendigkeit von Biomaterialien
 - Physikochemische Eigenschaften von Biomaterialien
 - Biokompatibilität – Reparatur versus Restitutio ad integrum
 - Hämokompatible Biomaterialien für Gefäßprothesen oder Stents
 - Immunmodulierende Biomaterialien für die Wundheilung
 - Molekulare Grundlagen der Fremdkörperreaktion
 - Aseptische und septische Endoprothesenlockerung
 - Biomaterialien für die personalisierte Organzüchtung
- vi) Ziel der Ringvorlesung ist es, den Studierenden einen Einblick in aktuelle Forschungsprojekte zu folgenden Schwerpunkten zu geben:
- Molekulare Pharmakologie
 - Molekulare Virologie
 - Molekulare Onkologie
 - Molekulare Immunologie
 - Molekulare Chirurgie/Orthopädie
- b) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.

Lehrformen

- a) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul
 b) Praktikum

Prüfungsformen

- a) Klausur
 b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- a) Bestehen der Klausur
 b) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)**Stellenwert der Note für die Endnote:**

- a) nach CP gewichtet (5 CP)
 b) nach CP gewichtet (4 CP)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

S. Hahn, N. Hamdani, E. Steinmann, I. Schmitz, J. Salber, R Erdmann, J. Tatzelt, L. Leichert, K. Winkelhofer, D. Wenzel, S. Pfänder, H. Nguyen, A. Tannapfel, G. Johnen, D. Weber, P. Rihs, S. Mühlen, M. Rauf, M. Peters, G. Westphal, D. Bausch, T. Brüning, K. Lang,

Sonstige Informationen

„Biochemie der Stammzellen“

Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biochemie der Stammzellen“					
Modul-Nr. 22	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 5./6. Sem.	Turnus nur SS oder nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen b) Spezialvorlesung i) Tissue Engineering (203003) (nur SS) ii) Molecular Genetic Methods (203002) (nur SS) iii) Stem Cell Physiology (203010) (nur WS) c) Spezialpraktikum			Kontaktzeit c) 28 h d) 60 h	Selbststudium c) 122 h d) 60 h	Gruppengröße ca. 10

Teilnahmevoraussetzungen:

- c) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen und Vorkenntnisse in molekularer Zellbiologie
d) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Biochemie der Stammzellen“ angehören.

Lernziele

b)

i) Knowledge:

Students have learned the macroscopic and microscopic anatomy and function of organ systems, cell-based therapies and gene therapies for tissue-specific replacement.

Skills:

Students can apply principles of tissue culture and of “Good manufacturing practice” (GMP), which will be taught theoretically as a general preparation for practical modules.

Competencies:

Students are capable of developing approaches for solving tissue-specific problems of tissue reconstitution and have the ability to integrate different disciplines to this purpose.

ii) Knowledge:

Students have learned: Cloning (Enzymes, Prokaryotic vector systems, cDNA, Ligation / Recombination techniques), Gene expression / Protein analysis, Sequencing / Epigenetic analysis, Gene transfer and expression (Eukaryotic vector systems), Gene targeting, Genome editing, Transgenic animals

Skills:

Students have acquired skills in gene and genome analysis, skills in cloning of gene constructs, cell and animal manipulation, protein expression

Competencies:

Students have acquired concepts and strategies for gene and genome analysis and manipulation according to experimental requirements.

iii) Knowledge:

Students can describe the principles and chronology of vertebrate development and stem cell types

Skills:

Students have understood and are able to explain basic processes of development. They can summarize and interpret developmental and stem cell related primary literature. Students can interpret basic and advanced problems in stem cell biology and relate morphological data.

Competencies:

Students can integrate and evaluate relevant stem cell-related textbook knowledge and research data at the morphological, developmental and molecular level.

They can design and adequately present advanced level Power-Point based talks, relate them to background knowledge and critically discuss new data. They are capable of communicating in a scientific context in front of an international audience.

- c) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.

Inhalt

a)

i)

- Morphogenesis and Tissue Engineering
- Biomaterials in Tissue Engineering
- Stem cells for toxicological and pharmacological assays
- Gene Transfer and Gene Therapy
- Generation of iPS

- Tissue Engineering using Adult Stem Cells (HSC/MSC/NSC)
 - Tissue Engineering using Pluripotent Stem Cells (ES/iPS)
 - Cardiovascular Cell Engineering
 - Hematopoietic Cell Engineering
 - Isolation of mesenchymal stem cells from bone marrow aspirate/adipose tissue
 - Musculoskeletal Cell Engineering
 - Neural Cell Engineering
- ii)
- Essentials of cloning in prokaryotic vector systems: DNA restriction by natural and by artificial, custom-made enzymes, modification systems
 - Prokaryotic vector systems, selection modes, cDNA synthesis, ligation, recombination site associated exchange of gene cassettes
 - Gene expression in *E. coli*, protein analysis
 - State of the art sequencing techniques, epigenetic genome analysis
 - In vitro, in vivo mutagenesis
 - Gene transfer and expression (eukaryotic vector systems, viral, non-viral, episomal expression vectors)
 - Gene targeting, RNA interference (HR, shRNAs, nucleases), genome editing (CRISPR/Cas9)
 - Transgenic animals (constitutive, conditional, inducible mice)
 - RNA methods (modification, mRNA transfer, miRNAs)
- iii)
- Cell cycle control and its implications for stem cell biology
 - Principles of vertebrate development
 - Gametogenesis and fertilization
 - Early development: cleavage, blastocyst, gastrulation
 - The three germ layers: ectoderm, mesoderm, endoderm and their derivatives
 - Species-specific aspects of development
 - Stem cell classification:
 - Hematopoietic stem cells
 - Mesenchymal stem cells, mesangioblasts
 - Embryonic stem cells
 - Fetal stem cells
 - Adult stem cells
 - Induced pluripotent stem cells
 - Stem cells in invertebrates
 - Reproductive medicine
- c) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.

Lehrformen

- c) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul
d) Praktikum

Prüfungsformen

- c) dff
 - i) Mündliche Prüfung mit zwei Prüfern (Prof. Brand-Saberi und Zähres)
 - ii) Schriftliche Freitext-Klausur
 - iii) Multiple-Choice-Klausur

d) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

- c) Bestehen der mündlichen Prüfung/Klausur

d) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Stellenwert der Note für die Endnote:
c) nach CP gewichtet (5 CP)
d) nach CP gewichtet (4 CP)
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
i) H. Zähres (coordinator) Behr, Böing, Börger, Giebel, Ott, Jacobsen, Kindler, Klump, Zähres
ii) H. Zähres
iii) B. Brand-Saberi
Sonstige Informationen

Wahlpflichtvorlesungen

Analytische Chemie II

Analytische Chemie II

Modul-Nr. 23	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus WS	Dauer 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)							
<p>Zielsetzung: 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.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden können für analytische Fragestellungen in verschiedenen Medien geeignete instrumentelle Methoden und ggf. Trennverfahren auswählen, verstehen und anwenden.</p>							
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							
a) Vorlesung, e-learning Module im Moodle; b) Übung							
Prüfungsformen							
schriftliche Modulabschlussprüfung von 120 min							
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten							
Bestehen der Klausur							

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
BSc. Chemie; BSc. Biochemie; MEd Chemie

Stellenwert der Note für die Endnote
nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
A. Rosenhahn, W. Schuhmann, K. Tschulik

Sonstige Informationen

Anorganische Chemie II

Anorganische Chemie II

Modul-Nr. 24	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 a) 2SWS/30 h b) 1 SWS/15 h	Selbststudium a) 60 h b) 45 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 70		

Teilnahmevoraussetzungen: Keine

Lernziele (learning outcomes)

- Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse über
 - ausgewählte und allgemeine Konzepte der fortgeschrittenen Anorganischen Molekülchemie.
 - unterschiedliche Stoffklassen der element- und metallorganischen Chemie
 - Tendenzen von Struktur und Reaktivität in den Haupt- und Nebengruppen des Periodensystems der Elemente
 - Fachgebiets-übergreifende Anwendungen der Verbindungen
 - Symmetrie und Bindungstheorien.
- Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, ihre Kenntnisse 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:

- 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

Anorganische Chemie III

Anorganische Chemie III					
Modul-Nr.24	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Anorganische Chemie III (V) b) Übung zur Vorlesung (Ü)			Kontaktzeit a) 2 SWS b) 1 SWS	Selbststudium c) 60 h d) 45 h	Gruppengröße ca. 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes)					
<u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegende Kenntnisse: I) anorganischen Festkörper-, und Materialchemie sowie deren Anwendungen. II) Grundlagen der Kristallografie III) Verfahren zur Synthese anorganischer Festkörper IV) Moderne nachhaltige Verfahren und Materialien					
<u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden: I) Methoden der Synthese anorganischer Festkörper und Materialien diskutieren und daraus Synthesestrategien ableiten. II) die wesentlichen Typen von Kristallstrukturen beschreiben und mit den stofflichen Eigenschaften sowie mit der vorliegenden chemischen Bindung verknüpfen. III) die wichtigsten anorganischen Materialklassen anhand ihrer Eigenschaftsprofile diskutieren und sind in der Lage, die physikalischen Grundlagen der Methoden zur Charakterisierung anorganischer Verbindungen und Materialien zu erläutern und deren Messergebnisse auszuwerten. IV) industrielle Materialverarbeitungsmethoden und -prozesse sowie ausgewählte Anwendungen anorganischer Materialien beschreiben.					
Inhalt <i>Das Modul umfasst die stofflichen, methodischen und konzeptionellen Grundlagen der modernen anorganischen Festkörper-, und Materialchemie sowie deren Anwendungen.</i>					
Festkörperchemie: Raumgruppen, Kristallografie, Materialklassen (z.B. Spinell, Perowskit, Zeolith) Supraleiter					
Metalle: Herstellung und Aufreinigung (z.B. van-Arkel-de-Boer, Mond-, Kroll-Verfahren), CVD, PVD Techniken, Legierungen					
Halbmetalle: Bändermodelle, Silizium, Solar, Halbleiter					
Anorganische Materialien im Kontext der Nachhaltigkeit: industrielle Materialverarbeitungsverfahren, Photovoltaik, Energiespeicherung und -konversion					
Lehrformen					

a) Vorlesung, Lehrvideos (Selbststudium)
b) Präsenzübungen
Sprache: Deutsch
Prüfungsformen
a) Klausur 90 min am Semesterende
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestehen der Klausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Chemie, Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote
nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dr. Bert Mallick, Dr. Sven Grätz und Dozenten der Anorganischen Chemie
Sonstige Informationen

Anwendung mathematischer Verfahren in der Chemie

Anwendung Mathematischer Verfahren in der Chemie					
<i>Modul-Nr.</i> 25	<i>Credits</i> 5 CP	<i>Workload</i> 150 h	<i>Semester</i> 2. Sem.	<i>Turnus</i> 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)**

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.

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.

Inhalt

1. Anwendungen der Vektor- und Matrixrechnung: Vektorraum, Skalarprodukt und Norm, lineare (Un)Abhängigkeit, Basisvektoren, Matrizen als Abbildungen von Vektoren, Rechenregeln der Matrixrechnung (Hintereinanderausführung/Verkettung, Inverses, Transponierung), spezielle Matrizen (z.B. unitär, selbstadjungiert) und Determinanten zur Beschreibung von z.B. optischen Strahlengängen, Molekülstrukturen, Phasenraumtrajektorien. Einsatz von modernen Rechenmethoden in der Chemie (z.B. Rechnen mit sehr großen Matrizen)
2. Anwendungen des Rechnens mit Funktionen: Abbildungen von Funktionen (z.B. zur Beschreibung von Symmetrieroberungen) und deren Rechenregeln (Hintereinanderausführung, Inverses, Kommutatoren z.B. Heisenbergsche Vertauschungsrelation), Funktionenräume, Vollständigkeitsrelation, Hilberträume, Darstellung von Funktionen und funktionswertigen Abbildungen mit Hilfe einer Basis, Entwicklung mit Gaußfunktionen oder ebenen Wellen als Basis in der Quantenchemie. Fourierentwicklung und -analyse (z.B. in der Molekülspektroskopie). Darstellungstheorie für Punktgruppen. Erste Demonstrationen von Einsatzmöglichkeiten der Computerchemie
3. Systeme von linearen (Differential-)Gleichungen: homogene und inhomogene linearere Gleichungssysteme, Matrixform, Lösbarkeit und Lösungsverfahren, Systeme von homogenen Differentialgleichungen und Anwendungen in der Physikalischen Chemie und der Theoretischen Chemie,

z. B. in der Kinetik (Reaktionen erster Ordnung, Michaelis-Menten Kinetik) und der Beschreibung von Molekülschwingungen (Infrarotspektroskopie)
 4. Grundbegriffe der Variationsrechnung: Bestimmung und Charakterisierung von Extremstellen, Funktionen mehrerer Variablen, Gradienten, Hesse-Matrix, Optimierungen mit Randbedingungen (Methode der Lagrange-Multiplikatoren, z.B. in der Molekulardynamik), Zusammenhang mit Fehlerrechnung und Anpassen („Fitten“) von Funktionen.
 5. Matrix- und Operator-Eigenwertprobleme: Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren von Matrizen, Anwendungen von 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**Biophysikalische Chemie****Biophysikalische Chemie I**

Modul-Nr. 26	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen	a) Vorlesung b) Übung		Kontaktzeit a) 2 SWS b) 1 SWS	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 50 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen: Grundverständnis von Physikalischer Chemie und Biomolekülen**Lernziele (learning outcomes)**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:

- kennen Studierende experimentelle Techniken der biophysikalischen Chemie mit Schwerpunkt auf optischen und kalorimetrischen Methoden
- können Studierende Konzepte der physikalischen Chemie auf biomolekulare Fallbeispiele anwenden
- verstehen Studierende die Anwendungen sowie die Vor- und Nachteile der besprochenen Methoden
- sichten und analysieren Studierende selbstständig Literatur

Inhalt

Einführung zum Thema Biomoleküle

- Proteinstruktur
- Molekulare Interaktionen

Konzepte

- Computergestützte Ansätze

<ul style="list-style-type: none"> • Fluoreszenz (FRET, Fluoreszenzlebenszeit) • Strategien zur Fluoreszenzmarkierung <p>Techniken</p> <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

Nachhaltige Chemie I**Nachhaltige Chemie I**

Modul-Nr. 27	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen f) Nachhaltige Chemie I (V) g) Nachhaltige Chemie I (P)			Kontaktzeit f) 2 SWS g) 4 SWS	Selbststudium f) 30 h g) 30 h	Gruppengröße Sämtliche 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, CO₂, Ressourcen, Abfall in chemischen Reaktionen

Nachhaltigkeit: Kontextualisieren, Sektorenkopplung, Ganzheitlichkeit, Korrosionsschutz
Kreisläufe und Flüsse: Abtrennbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Abfall, Ressourcengewinnung, Masseflüsse, Energieflüsse
Downstream-Bewertung: Lösungsmittelaufbereitung, Energiekosten, Vergleich Verbrennung
Katalyse: Grundlagen der Katalyse, homogene + heterogene Katalyse, Enzyme, Wiederverwendung, Katalyse und Nachhaltigkeit
Elektrolyse: Potential und Ströme, Zellaufbau, Elektroden, Membranen, Störfaktoren, Korrosion
Photochemie: Grundlagen, Aufbau, Photokatalyse
Mechanochemie: Grundlagen, Mühlen

Lehrformen

a) und b) Praktikumsversuche und Vorlesung im Wechsel

Sprache: Deutsch

Prüfungsformen

b) Klausur 90 min am Semesterende

c) Teilnahme an den Praktikumsversuchen, Bestehen der Antestate und Abgabe der Protokolle zu den Versuchsdurchführungen.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bestehen der Klausur, erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

Chemie, Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach

Stellenwert der Note für die Endnote

nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Bastian Mei, Prof. Dr. Lars Borchardt, Prof. Dr. Kristina Tschulik, Prof. Dr. Ulf Apfel

Sonstige Informationen**Nachhaltige Chemie II****Nachhaltige Chemie III**

Modul-Nr. 29	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)**

Zielsetzung: Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegender Kenntnisse:

- X) Techno-Ökonomische Analyse
- XI) Life-Cycle-Assessment
- XII) Kreislaufwirtschaft
- XIII) Alternativer Syntheserouten

Kompetenzen: 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**Organische Chemie III****Organische Chemie III**

Modul-Nr. 30	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200
Teilnahmevoraussetzungen: Vorkenntnisse in Organischer Chemie					
Lernziele (learning outcomes)					
<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: Quantenmechanik und Spektroskopie**

Modul-Nr. 31	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Wise	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Physikalische Chemie III: Quantenmechanik und Spektroskopie			Kontaktzeit 3 SWS, 45 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße 90 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen:

Vorkenntnisse in Mathematik, Physik und Physikalischer Chemie.

Lernziele (learning outcomes)

Zielsetzung: Absolventen dieses Moduls haben die physikalischen Grundlagen verschiedener spektroskopischer Methoden und Grundkenntnisse in der Spektroskopie von Atomen und Molekülen erworben.

Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende spektroskopische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.

Inhalt

1. Experimentelle Hinweise auf Quanteneffekte
2. Quantenmechanische Grundlagen der Spektroskopie: Wellenpakete, Operatoren, Schrödinger-Gleichung
3. Anwendung auf einfache QM-Systeme (freies Teilchen, Reflexion an Barriere, Tunnel-Effekt)
4. Anwendung auf lokalisierte Systeme in einer Dimension: Teilchen im Kasten, Harmonischer Oszillator
5. Verallgemeinerungen auf räumlich begrenzte Systeme: Separationsansatz, Drehimpuls, mehrdimensionales Teilchen im Kasten, H-Atom
6. Mehrelektronensysteme, Photoelektronenspektroskopie
7. Molekülorbitale und chemische Bindung, Born-Oppenheimer-Näherung, Elektronenkonfigurationen einfacher Moleküle, Termschema
8. Rotations- und Schwingungsspektren einfacher Moleküle, Absorptions- und Ramanspektroskopie
9. Elektronische Anregung, Fluoreszenz und Phosphoreszenz.

Lehrformen

Vorlesung, Übung

Prüfungsformen

Schriftliche Abschlussklausur von 120 min

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**Technische Chemie I****Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik**

Fortgeschrittene Theorie und Praxis des Wahlfaches

Modul-Nr. 32	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium 108 h	Gruppengröße

Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik (V)	a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h		Studierende, die das Wahlfach Technische Chemie belegen
--	------------------------------------	--	---

Teilnahmevoraussetzungen:

Grundkenntnisse in Allgemeiner, Anorganischer, Organischer und Physikalischer Chemie

Lernziele (learning outcomes)

Zielsetzung: Nach Ende dieses Moduls sollen die Studierenden die Grundlagen der Reaktorauswahl und

-auslegung, der Gestaltung und Auslegung von Wärme- und Stoffaustauschapparaten, der Berechnung von Druckverlusten sowie der Auslegung von Rektifikations- und Absorptionskolonnen beherrschen und einfache Probleme in diesen Bereichen selbstständig lösen können. Sie sollen die Grundlagen und apparative Ausgestaltung von Adsorptions- und Extraktionsanlagen sowie von Misch- und Filtrationsaggregaten kennen.

Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende technisch-chemische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.

Inhalt

Umsatzberechnung in idealen Reaktoren: Stoffbilanzen, Ableitung des Umsatzes unter vereinfachenden Nebenbedingungen (Idealität, Isothermie, etc.), ideale isotherme Reaktoren, Verweilzeitfunktionen idealer Reaktoren

Einführung in die Systematik der Grundoperationen: Begriffsbestimmung, kurzer Überblick

Strömungslehre: Bernoulli-, Kontinuitätsgleichung; Grundsituationen des Impulstransports, vom Newtonschen Reibungsgesetz zur Druckverlustgleichung, Strömungsprofile der laminaren Strömung/Hagen-Poiseuille, Reynoldszahl, Ähnlichkeitstheorie und Kriteriengleichungen, Berechnung von Druckverlusten; Pumpen und Pumpenkennlinien

Mechanische Grundoperationen: Röhren – Grundprozesse und Grundgleichungen, apparative Ausführung; statische Mischer; Filtern – Grundprozesse, Grundformen, Filtergleichung, apparative Ausführungen; Mahlen und Brechen; Klassieren

Wärme- und Stofftransport: Grundsituationen des Wärme- und Stofftransports; Transportgleichungen für molekulare Mechanismen sowie allgemeine Beschreibung, molekulare und allgemeine Intensitätsparameter, Ähnlichkeitstheorie, dimensionslose Kennzahlen, Ermittlung der Transportparameter über Kriteriengleichungen; Beispiele: Berechnung von Druckverlusten (Rohrströmung, Schüttung), Berechnung von Wärmetauschern, Höhe von Transfereinheiten in Füllkörperkolonnen

Thermische Trennverfahren:

Rektifikation: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, HTU-NTU-Konzept für Füllkörperkolonnen, Methoden der Vielstoffdestillation, Azeotrop- und Extraktivdestillation;

Absorption: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, praktische Aspekte von Absorptionsverfahren, Beispiele;

Adsorption: Gleichgewichtsdarstellung, Adsorption als instationärer Prozess, Festbettadsorber, cyclische Adsorptionsbatterien, Druckwechseladsorption;

Extraktion: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm (Nichtmischbarkeit von Lösungs- und Extraktionsmittel), Darstellung von Dreistoffsystmen im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren zur Bilanzierung von Extraktionsanlagen.

Lehrformen

a) Vorlesung; b) Übung

Prüfungsformen

Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bestehen der Klausur

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich

Stellenwert der Note für die Endnote

Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende M. Muhler, B. Mei
Sonstige Informationen Vorlesungsmaterialien werden über <i>moodle</i> -Kurse publiziert. Ein detailliertes Skript zur Vorlesung wird zur Verfügung gestellt.

Theoretische Chemie I**Theoretische Chemie I: Grundlagen**

Modul-Nr. 33	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Jedes WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a)2 SWS /28 h b)1 SWS /14 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße Ca.20-30 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen:**Lernziele (learning outcomes)**

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

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

1. **Born-Oppenheimer-Separation:** Schrödinger-Gleichungen für Elektronen- und Kernbewegung, BO-Potentialflächen, Gültigkeit, nichtadiabatische Korrekturen
2. **Molekulardynamik:** Newton/Lagrange/Hamilton Formulierung, Grundbegriffe der Statistischen Mechanik, Boltzmannverteilung, freie Energien, Parameterisierungen von Kraftfeldern, kondensierte Materie, Eigenschaften von Integratoren, Trajektorien, Auswertung, statische Messgrößen, radiale Verteilungsfunktionen, Zeitkorrelationsfunktionen
3. **Vertiefung Theoretischer Grundlagen:** kanonische Quantisierung, Darstellungen, Hilbertraum, Ununterscheidbarkeit und Symmetrisierungspostulat, Drehimpulsformalismus und Spin,
4. **Rechenmethoden:** Variationsprinzip und Variationsverfahren (Grundzustand); Störungstheorie (nichtentartet, zeitunabhängig)
5. **Hartree-Fock-Theorie und Elektronenkorrelation:** LCAO Ansatz, Roothaan-Hall-Gleichungen, (Standard-) Basissätze, Koopmans' Näherung, dynamische und nichtdynamische Elektronenkorrelation, Fermi-Korrelation, kurz- und langreichweitige Coulombkorrelation, Elektronencusp, Grundideen von Mehrdeterminantenansätzen (MCSCF, CI), Coupled Cluster (CC) Verfahren, Vierteilchenstörungstheorie (MP)
6. **Dichtefunktionaltheorie:** Hohenberg-Kohn-Theoreme, Kohn-Sham-Verfahren, lokale Dichtenäherung und Gradientenkorrekturen, Hybridfunktionale.

Lehrformen

- 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

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“

Theorie der chemischen Bindung

Theorie der Chemischen Bindung

Modul-Nr. 34	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)

Zielsetzung: Die Teilnehmer sollen Grundkenntnisse in der quantenchemischen Beschreibung der chemischen Bindung, der MO-Theorie und der klassischen Molekulardynamik erlangen.

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.

Inhalt

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
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
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“)

Wahlpflichtpraktika

Synthesepraktikum, Teil Life Science

Synthesepraktikum, Teil Life Science für Biochemiker					
Modul-Nr. 35	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Einmal jährlich (nur Im WS)	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum		Kontaktzeit 7 SWS / 105 h	Selbststudium 45 h	Gruppengröße Ca. 100 Studierende	

Teilnahmevoraussetzungen: Bestandenes Grundpraktikum in Organischer Chemie (für Biochemiker zusätzlich: Bestandenes Praktikum Bioorganische Chemie), Kenntnisse in Organischer Chemie, insb. sicherheitsrelevanter Aspekte

Lernziele (learning outcomes)

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind die Studierenden in der Lage, mehrstufige organisch chemische Synthesen eigenständig durchzuführen und mechanistisch zu interpretieren.
- besitzen Studierende die Fähigkeiten zum sicheren Umgang mit der Vakuumtechnik, Schutzgastechnik, Trocknung von Lösungsmitteln sowie der Anwendung von spektroskopischen Methoden zur Strukturaufklärung (IR-, UV-, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie) und Chromatographie.
- sind Techniken und Fertigkeiten in ihrer Vielfalt an Hand von didaktischen und forschungsrelevanten Präparaten erworben und vertieft worden. Das F-Praktikum für Synthesechemie soll den Übergang von den erworbenen Fertigkeiten und Kenntnissen in den präparativen Grundpraktika hin zum selbständigen Arbeiten in wissenschaftlichen Projekten ermöglichen.

Inhalt

- Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen in mehrstufigen Synthesen, Stereo- und enantioselektive Synthesen,
- Anwendung analytischer Methoden zur Strukturaufklärung. (NMR, IR, UV/VIS, Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie, Massen-spektrometrie)
- Synthesemethoden: Vakuumtechnik, Schutzgastechnik
- Aufreinigungstechniken: Säulenchromatographie, Umkristallisieren, Sublimation, fraktionierte Destillation und fraktionierte Kondensation
- Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen

Lehrformen*Praktikum***Prüfungsformen**

Sicherheitsgespräch am Beginn des Praktikums; Sicherheits- und Eingangsgespräch vor jedem Versuch, Synthese des Präparats (Ausbeute: min 50% der Literaturangabe); Skizzieren der Versuchsdurchführung des Praktikumspräparats im Laborjournal
 Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu dem Praktikumspräparat

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Die erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu den Praktikumspräparaten

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

B.Sc. Chemie / B.Sc. Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Lukas Goossen, Prof. Dr. Stefan Huber, Prof. Dr. Gerald Dyker, Prof. Dr. Frank Schulz, Prof. Dr. Christian Merten, Dr. Wolf Matthias Pankau, Dr. Dirk Grote, Irina Graf

Sonstige Informationen

keine

Physikalisch-Chemisches F-Praktikum**Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene**

Modul-Nr. 36	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene		Kontaktzeit 3 SWS, 55 h		Selbststudium 95 h	Gruppengröße 30 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen:

Erfolgreiche Teilnahme am Physikalisch-chemischen Grundpraktikum und Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker

Lernziele (learning outcomes)

Nach Ende des Praktikums soll die Studentin/ der Student

- ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis wichtiger experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie erworben haben.
- in der Lage sein, eine quantitative Genauigkeitsabschätzung für eine durchgeführte Messung zu machen.
- in der Lage sein, ein durchgeführtes Experiment in Form eines schriftlichen Berichtes darzustellen.
- in der Lage sein, ein ausgewähltes Thema der Physikalischen Chemie in einem mündlichen Seminarbeitrag vorzustellen.

Praktische Inhalte

Laser-induzierte Fluoreszenz-Spektroskopie, Infrarot-Spektroskopie, UV/VIS-Spektroskopie, Elektronenbeugung (LEED), Oberflächen-Plasmonenresonanz-Spektroskopie, Gitterenergie von Argon, Mehrschichten-Adsorption BET, Dipolmoment, Laser-Mikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie, Protein-Wechselwirkungen, Teilchen im Kasten.

Lehrformen

Praktikum, Seminar

Prüfungsformen

Eingangskolloquium zu jedem Versuch, Anfertigung von schriftlichen Berichten zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Themas in einem Seminarvortrag.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

B.Sc. Chemie, B.Sc. Biochemie.

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**

Modul-Nr. 37	Credits 5 CP	Workload 164 h	Semester 6. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen		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. Nachhaltige Chemie; BSc. Chemie***Stellenwert der Note für die Endnote**

nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

A. Rosenhahn, K. Tschulik

Sonstige Informationen**Technisch-chemisches Praktikum****Technisch-chemisches Praktikum**

Fortgeschrittene Theorie und Praxis des Wahlfaches

Modul-Nr. 38	Credits 4 CP	Workload 120 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SoS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Technisch-chemisches Praktikum (P)			Kontaktzeit a) 6 SWS / 90 h b) 1 SWS / 15 h	Selbststudium 15 h	Gruppengröße 16 Praktikumsplätze

Teilnahmevoraussetzungen:Leistungsnachweise für *Grundlagen der Technischen Chemie* oder *Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik***Lernziele (learning outcomes)**

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.

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.

Inhalt

1. Rektifikation: Bestimmung der theoretischen Trennstufenzahl einer Kolonne, Lösung einer Trennaufgabe durch Realisierung eines vorausberechneten

Rücklaufverhältnisses, Seminar: McCabe-Thiele-Diagramm (vertieft), Eigenschaften realer Böden

2. Extraktion von Benzoesäure aus wässriger Lösung durch Cyclohexan in einer Mixer-Settler-Batterie, Seminar zu Phasengleichgewicht, Auslegung der Extraktion im McCabe-Thiele Diagramm und nach Nash und Hunter
3. Prinzipien der Strömungsmesstechnik: Normblende, Kapillar-Strömungsmessern Massendurchflussregler, Rotameter, Seminar: Strömungstechnische Grundlagen der Messverfahren
4. Wärmeübergang: Doppelrohrwärmetauscher, Seminar: Arbeit mit dem VDI-Wärmeatlas
5. Filtration: Ermittlung von Konstanten der Filtergleichung, Seminar: Mechanische Trennprozesse
6. Verweilzeitverteilung in idealen Reaktoren: Impuls- und Sprungantwort in CSTR, Strömungsrohr, Kaskade, Seminar zu Verweilzeitverteilungen idealer Reaktoren
7. Umsatz in idealen Reaktoren: Kinetik einer Esterhydrolyse in Satzreaktor, CSTR, Kaskade und Strömungsrohr, Umsatzberechnung auch unter Einsatz der Verweilzeitfunktion, Seminar zur Umsatzberechnung
8. Wirbelschicht: Ermittlung der Fluidisierungsgeschwindigkeit und der Wärmeaustauscheigenschaften einer Wirbelschicht, Seminar: Reaktionstechnisches Potenzial von stationären und instationären Wirbelschichten
9. Adsorption: Durchbruchskurve und Desorptionscharakteristik eines Festbettadsorbers, Seminar: Adsorptionsisotherme und Durchbruchskurve
10. Absorption: Bestimmung der Austauschfläche eines Absorbers durch den Umsatz einer schnellen, bei bekannter Phasengrenzfläche unabhängig charakterisierten Reaktion, Seminar: Reaktionen über die fluid-fluid-Phasengrenze

Lehrformen

a) Praktikum; b) Seminar

Prüfungsformen

Aktive Teilnahme

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Testierung einer vorgeschriebenen Zahl von Versuchsprotokollen, Halten einer Präsentation

Verwendung des Moduls

Bachelor-Studiengang Chemie

Stellenwert der Note für die Endnote

Nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

B. Mei, M. Muhler

Sonstige Informationen

Praktikumsunterlagen werden über *moodle*-Kurse publiziert

Theoretisch-chemisches Praktikum
Theoretisch-Chemisches Praktikum

Modul-Nr. 39	Credits 4 CP	Workload 120 h	Semester 6. Sem.	Turnus Jedes SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit 6 SWS / 60 h	Selbststudium 60 h	Gruppengröße Ca. 10-20 Studierende
Grundlagenpraktikum der Theoretischen Chemie im Computerlabor ("Theoretikum") mit integriertem Seminar					

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“

Bachelorarbeit in Biochemie**Bachelorarbeit in Biochemie**

Modul-Nr. 40	Credits 10 CP	Workload 300 h	Semester 6. Sem.	Turnus	Dauer 3 Monate
Lehrveranstaltungen Bachelorarbeit in Biochemie		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße	

Teilnahmevoraussetzungen:

Nachweis von 120 CP für Prüfungs- und Studienleistungen im Teil 1 des Bachelorstudiums

Lernziele

Die Bachelorarbeit ist eine schriftliche Hausarbeit, die auf praktischer experimenteller Tätigkeit aufbaut. Sie soll zeigen, dass der Kandidat in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist einen wissenschaftlichen Befund zu erheben, darzustellen und auszuwerten und ist weiterführend angelehnt an eines der F-Praktika.

Inhalt

Die Bachelorarbeit muss zu einer Veranstaltung des Teils 2 des B.-Sc.-Studiums (5./6. Semester) angefertigt werden. Bachelorarbeiten müssen zu einem Themenbereich aus einem der folgenden Praktika angefertigt werden:

- Synthesepraktikum, Teil Life Science
- Physikalisch-chemisches F-Praktikum,
- Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene
- Molekularbiologisches Praktikum
- Praktikum zur Spezialvorlesung

Lehrformen

- praktische Labortätigkeit
- schriftliche Hausarbeit

Prüfungsformen

Bewertung der Bachelorarbeit durch zwei Gutachter

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bewertung durch die zwei Gutachter mit „ausreichend“ oder besser

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)**Stellenwert der Note für die Endnote:**

nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

- jedes hauptamtlich im Bachelorstudiengang Biochemie in der Lehre tätige professorale oder habilitierte Mitglied der Ruhr-Universität
- jeder hauptamtlich im Bachelorstudiengang Biochemie in der Lehre tätige wissenschaftliche Mitarbeiter im Einvernehmen mit dem zuständigen Lehrstuhlleiter

Sonstige Informationen