Modulhandbuch
Bachelor of Science Biomedizinische Chemie

Inhalt / Module

Modulbeschreibungen 3
Pflichtmodule 3
Allgemeine Chemie 3
Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden 5
Mathematik für Chemiker*innen 7
Zellbiologie 8
Anorganische Chemie – Haupt- und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie 9
Einführung in die Organische Chemie 11
Physikalische Chemie – Thermodynamik/ Kinetik/ Elektrochemie 12
Physik für Chemiker*innen 13
Anorganische Chemie Synthesepraktikum ACF 15
Mechanismen in der Organischen Chemie 16
Organische Chemie Synthesepraktikum OCF-1 17
Quantenmechanik, Spektroskopie und Charakterisierung 18
Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung 20
Computerchemie / Molecular Modelling 22
Analytische Chemie 23
Anatomie und Physiologie des Menschen 25
Stoffwechselbiochemie 26
Stereochemie, Stereoselektive Synthese und Organische Chemie Synthesepraktikum OCF-2 . 27
Grundlagen der Medizinischen und Klinischen Chemie 29
Biochemische Arbeitstechniken 31
Soft Skills 1: Ethische Fragen Naturwissenschaftlicher Praxis 32
Soft skills 2: Tutor*innenqualifizierung und Wissenschaftliches Schreiben 34
Bachelorarbeit 36
Wahlpflichtmodule 37
WP - Biostatistik und Bioinformatik 37
WP - Mikrobiologie und Biotechnologie 39
WP - Einführung in die Kernchemie 41
WP - Kernchemisches Praktikum 1 43
WP - Koordinationschemie 44
WP - Makromolekulare Chemie 45
WP - Praktikum Biomakromolekulare Chemie 47
WP – Nachhaltige Chemie 48

WP – Praktikum Nachhaltige Chemie 50
WP - Tierphysiologie 51
WP - Pflanzenphysiologie 52
WP - Pharmazeutische Biologie 53
WP - Praktikum Pharmazeutische Biologie 54
WP - Theoretische Chemie 55
WP - Toxikologie 1 56
WP - Toxikologie 2 58
WP - Immunologische Grundlagen 59
WP - Praktische Übungen Immunologie 60
WP - Mathematik für Naturwissenschaftler II 61
Bemerkungen 62
Abkürzungen 63

Modulbeschreibungen

Pflichtmodule

Modul Allgemeine Chemie	**Allgemeine Chemie** ***General Chemistry***					***[Modul-Kennnummer]***
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**7,5 LP = 225 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Allgemeine Chemie“	V	1 (1)	P	4	138,0 h	6,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 (1)	P	1	34,5 h	1,5
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (120 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls haben die Studierenden die grundlegenden Prinzipien der Chemie wie das Konzept der Elemente und Verbindungen sowie ihren atomaren Aufbau verstanden. Grundlegende chemische Umwandlungen und ihre thermodynamischen und kinetischen Aspekte sind den Studierenden vertraut.						
Inhalte						
Grundprinzipien der Chemie Stoffsystematik, spezifische Eigenschaften, Stoffumwandlung, Zustandsänderung, Aggregatszustände, Stoffe und Stofftrennung, chemische Grundgesetze, Energieumsatz chemischer Reaktionen, Elemente, Verbindungen, Moleküle, Feststoffe **Chemische Grundgrößen** Elementarteilchen, Atommasse, Konzentration und Gehalt **Atombau** Welle-Teilchen-Dualismus des Elektrons und Photons, Quantelung der Energie, historische Atommodelle, Schwarzkörperstrahlung, Teilchen im Kasten, Unschärferelation, Schrödinger-Gleichung, Atomorbitale, Quantenzahlen, Elektronenkonfiguration, Aufbau-Prinzip, Atomradius, Ionenradius, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Elektronegativität **Periodensystem der Elemente** Nomenklatur, Trends, periodische Eigenschaften **Verbindungsklassen** Metallbindung (Metallcharakter, metallische Eigenschaften, Bändermodell, Leitfähigkeit) ionische Bindung (Polarität, Ionenbildung, Gitterenergie (Born-Haber-Kreisprozess), grundlegende Strukturtypen, Solvatation, Modifikationen), kovalente Bindung (VB-Theorie, MO-Theorie, Lewis-Formeln, sigma-, pi-Bindung, Bindungsordnung, Hybridisierung, Isomerie, Molekülsymmetrie (Drehachsen, Spiegelebenen, etc.), MO-Diagramme einfacher Moleküle, koordinative Bindung, Einführung in die Festkörperchemie, Kugelpackungen. **Intermolekulare Wechselwirkungen:** Ionische Wechselwirkungen, Wasserstoff-Brücken, van der Waals-Wechselwirkungen, London-Wechselwirkungen, Polarität und resultierende Stoffeigenschaften. **Gase** Ideale Gase, reale Gase, Diffusion, Partialdruck **Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht:** 0., 1., 2. Hauptsatz, Zustandsfunktion, Gleichgewichtskonstante, Innere Energie, (freie) Reaktionsenthalpie, Bildungsenthalpien, Massenwirkungsgesetz, Entropie, Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstante, Thermochemie **Kinetik** Reaktionsgeschwindigkeit, Aktivierungsparameter, Arrhenius-Gleichung, Aktivierungsenergie Geschwindigkeitsgesetze, Katalyse (homogen, heterogen) **Flüssigkeiten** Phasengleichgewichte, kolligative Phänomene, Elektrolytlösungen **Reaktionstypen** Säure-Base-Konzepte (Brønsted, Lewis, Autoprotolyse, pH-Wert, Säure- und Basenkonstanten, Titration von Säuren und Basen, Puffersysteme, Henderson-Hasselbalch-Gleichung, Pearson-Härte), Redoxreaktionen (Oxidation, Reduktion, Redox-Gleichungen, Oxidationszahlen, Elektrolyse-Zelle, Elektroden, Galvanisches Element, Standardpotentiale, Nernstsche Gleichung, Elektrochemische Spannungsreihe); Fällungsreaktion (Löslichkeitsprodukt, Löslichkeit, Beeinflussung von Gleichgewichten **Bestimmungsmethoden:** Grundzüge der Qualitativen Analyse (Beispielhafte Nachweisreaktionen), Grundzüge der Maßanalyse (Titration, Gravimetrie), Atomspektroskopie						
Zugangsvoraussetzung(en)						

Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	3,75/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 3,75/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Carsten Streb
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Education Chemie, Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	Empfohlene Literatur: • Skript zur Vorlesung „Allgemeine Chemie“

Modul Allg. Chemie P	**Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden** ***General Chemistry Practical Course and Instrumental Methods***	[*Modul-Kennnummer*]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**9,5 LP = 285 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Grundpraktikum „Allgemeine Chemie“	Pr	1 (1)	P	10	120 h	7,5
b) Seminar begleitend zu a)	S	1 (1)	P	2	39 h	2,0

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	Pr
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden haben die Befähigung erworben, sicher im Labor mit Apparaten und Chemikalien zu experimentieren, präparative Methoden, Trennmethoden und analytische Messmethoden sinnvoll anzuwenden sowie die Experimente wissenschaftlich zu dokumentieren.

Inhalte

Einüben von grundlegenden Labortechniken, Laborsicherheit, richtiges Messen unter Berücksichtigung von Messfehlern und Fehlerrechnung, sowie Dokumentation und Berichtswesen. Umgang mit Textverarbeitungs- und Datenauswertesoftware.
Versuche zu Zustandsänderung, Stoffe und Stofftrennung, chemische Grundgesetze, Bestimmung Avogadrozahl, Energieumsatz chemischer Reaktionen, Elemente, Verbindungen, Moleküle, Halbwertszeit
Versuche zur Thermodynamik, Elektrochemie, Kinetik: Gaskinetik/Transportphänomene, Diffusion, Viskosität (Molmassenbestimmung), Dampfdruck von Flüssigkeiten, spezifische Wärme, Entropie, Zustandsgleichungen, Hess‘scher Wärmesatz, Ionentransport, Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen, Überführungszahlen, EMK, Aktivitätskoeffizienten, Kinetik 1.Ordnung, Arrhenius-Gesetz, Kinetik mit gekoppeltem Gleichgewicht, Bestimmung von Teilordnungen, Einfluss der Ionenstärke und der Temperatur (RGT-Regel)
Reaktionen in/aus Lösung (Komplexbildung, Säure-Base-Reaktionen, Fällungsreaktionen, Redoxreaktionen), Praktikumsversuche zu exothermen irreversiblen Reaktionen, Gleichgewichtsverschiebung (z.B. Wasserabscheider, Entwicklung eines Gases/Bildung eines Niederschlags), Trennverfahren (Destillation, Umkristallisation, Chromatographie), Reaktionsbeschleunigung: Säure- oder Basenkatalyse, Enzymkatalyse, Metallkatalyse
Einfache Darstellungsmethoden von Elementen (Gase, Flüssigkeiten und Festkörper); qualitativ
Versuche aus den Bereichen der qualitativen und quantitativen Analyse, insbesondere zu Probenvorbereitung, Trennverfahren, qualitative Nachweise für Ionen, Maßanalyse, Extraktion und Trennung von Gemischen anorganischer und organischer Verbindungen.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Dr. Rudolf Robelek
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie

Sonstiges	Empfohlene Literatur: • Skript zum Praktikum „Allgemeine Chemie“ • C.E. Mortimer, Chemie - Das Basiswissen der Chemie; mit Übungsaufgaben, Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Modul Mathe	**Mathematik für Chemiker*innen** ***Math for Chemists***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**7,5 LP = 225 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Mathematik für Naturwissenschaftler*innen 1“	V	1 (1)	P	4	138,0 h	6,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 (1)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	Klausur (120 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

- Grundverständnis zentraler Konzepte und Begrifflichkeiten der Mathematik
- Gefühl für die Lösbarkeit mathematischer Problemstellungen sowie die Kenntnis grundlegender Lösungstechniken für solche Aufgaben
- Fähigkeit, naturwissenschaftliche Fragestellungen in mathematische Begriffe zu überführen und präzise zu formulieren

Inhalte

- Elementare mathematische Begriffe wie Konvergenz, Stetigkeit und Differenzierbarkeit reellwertiger Funktionen, Ausblick auf Funktionen mehrerer Variablen und partielle/totale Differenzierbarkeit;
- komplexe Zahlen, Vektorräume (Basis, Skalarprodukt, Norm) und lineare Gleichungssysteme, die Bedeutung von Differentialgleichungen bei der quantitativen Modellbildung in den Naturwissenschaften, elementarste Konzepte der numerischen Mathematik zur approximativen Lösung mathematischer Aufgabenstellungen

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	3,75/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 3,75/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Martin Hanke-Bourgeois
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Zellbiologie	**Zellbiologie** ***Cell Biology***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** **bei Studienbeginn WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Zellbiologie“	V	1 (1)	P	2	69,0 h	3
b) Praktische Übung „Zellbiologie und Histologie“	Ü	1 (1)	P	3	58,5 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Ü					
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a)					

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- Kenntnis der behandelten Inhalte der Zellbiologie durch Lösen einschlägiger Aufgaben sicher und strukturiert zu demonstrieren
- die wichtigsten Fachbegriffe zu definieren und in den richtigen Kontext einzuordnen
- die besonderen Merkmale von Zellen auflisten; den Aufbau einer Zelle, die Funktion der Zellbestandteile
- den Aufbau und die Funktionsweise eukaryotischer Zellen darzustellen
- eukaryotische Zellen, Zellbestandteile, Zellverbünde und Gewebe mikroskopisch zu erkennen und zu untersuchen
- Zellen im Gewebeverband zu identifizieren

Inhalte

- Kriterien des Lebens; Biochemie/Biomoleküle/Proteinfaltung
- Methoden zellbiologischer Forschung
- Grundlagen zu Bau und Funktionen prokaryotischer und eukaryotischer Zellen
- Struktur und Funktion von biologischen Membranen und Zellorganellen
- zelluläre Bewegungsmechanismen, Zellzyklus, Mitose, Meiose, Genexpression,
- Proteinbiosynthese, Endosymbiontentheorie, Mitochondrien, Chloroplasten
- Mikroskopie, einschl. Probenvorbereitung und zeichnerischer Darstellung
- Identifizierung von Zellen im Gewebeverband

Zugangsvoraussetzung(en)	b) Modulprüfung zu a)
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	1,5/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 1,5/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), praktische Übung
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	PD Dr. Thies Schröder
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie
Sonstiges	b) als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit

Modul AC – HG/NG	**Anorganische Chemie – Haupt- und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie** ***Inorganic Chemistry – Main Group Elements and Transition Metals, Introduction to Coordination Chemistry***					***[Modul-Kennnummer]***
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**7,5 LP = 225 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflichtungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungspunkte**
a) Vorlesung „Anorganische Chemie HG/NG“	V	2 (2)	P	4	138,0 h	6,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (2)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden
- kennen und verstehen die Eigenschaften wichtiger Stoffe und Stoffklassen aus allen Bereichen der Anorganischen Chemie
- sind in der Lage, das gelernte Fachwissen sinnvoll anzuwenden und Zusammenhänge mit verwandten Fachgebieten herzustellen
- beherrschen den Einsatz moderner Konzepte und Modellvorstellungen in der Entwicklung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen

Inhalte

a)
- Chemie der Hauptgruppenelemente und der Übergangsmetalle (d-Block und f-Block in den Grundzügen)
- Einführung in die Koordinationschemie (Beschreibung der Strukturen und Bindungsverhältnisse, ausgewählte Konzepte)
- Eigenschaften und Reaktivität der Elemente und ausgewählter Verbindungen, beobachtbare Trends und deren Ursachen
- weiterführende Modellvorstellungen zum Aufbau, zu Eigenschaften und zum Reaktionsverhalten von Stoffen
- ausgewählte relevante Prozesse/Phänomene mit Bezug zum täglichen Leben

b)
- Vertiefung des Vorlesungsstoffes

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Allgemeine Chemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	7,5/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 7,5/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Jun.-Prof. Dr. Christoph Kerzig
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Education Chemie

Sonstiges	Empfohlene Literatur: • Shriver, Atkins: Anorganische Chemie; • Huheey: Anorganische Chemie; • Housecroft: Anorganische Chemie; • Greenwood: Chemie der Elemente; • Riedel, Janiak: Anorganische Chemie

Modul OC – Struktur, Bindung, Reaktivität	**Einführung in die Organische Chemie** ***Introduction to Organic Chemistry***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**7,5 LP = 225 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Einführung in die Organische Chemie“	V	2 (2)	P	4	138,0 h	6,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (2)	P	1	34,5 h	1,5
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)					

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- die grundlegenden Modelle und Konzepte zur chemischen Bindung in organischen Molekülen aufzuzeigen und auf Strukturfragen anzuwenden.
- die wichtigsten funktionellen Gruppen und Verbindungsklassen der Organischen Chemie zu kennen sowie deren Eigenschaften und typische Reaktivitäten einzuschätzen.
- grundlegende Synthesen und Umwandlungen der wichtigsten organischen Verbindungsklassen zu kennen und mit Hilfe der wissenschaftlich gebräuchlichen Formelschreibweise zu beschreiben.
- die Mechanismen elementarer organischer Reaktionen zu formulieren, zu erklären und zu interpretieren.
- organisch-chemische Verbindungen nach den IUPAC- Regeln zu benennen.

Inhalte

In der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte und Methoden der Organischen Chemie vermittelt:

- Bindungsmodelle, u.a. Valenzstruktur-Theorie, Hybridisierung, Mesomerie, Molekülorbital-Theorie.
- Einführung in die wichtigsten Reaktionstypen und -mechanismen, u.a. radikalische Substitution, SN1- und SN2-Reaktion, Additionen an die C-C-Doppel- und C-C-Dreifachbindung, ß-Eliminierungen, Substitutionsreaktionen an Aromaten, Substitutionsreaktionen am Carboxyl-Kohlenstoff, Addition von H-Nucleophilen, Metallorganylen und Heteroatomnukleophilen an Carbonylverbindungen, Kondensationsreaktionen, Reaktionen von Enolen und Enolaten.
- Überblick über wichtige funktionelle Gruppen und Verbindungsklassen (u.a. Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten und Heteroaromaten, Halogenkohlenwasserstoffe, Alkohole, Ether, Thioalkohole und -ether, Amine, metallorganische Verbindungen, Aldehyde und Ketone, Carbonsäuren und -derivate, Kohlensäurederivate), deren physikalisch-chemische Eigenschaften, typische Reaktivitäten, Umwandlungen und Synthesen.
- Einführung in die Stereochemie.
- Überblick über wichtige synthetische Polymere und Naturstoffklassen (Kohlenhydrate, Aminosäuren und Peptide, Nukleinsäuren, Isoprenoide).

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Allgemeine Chemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	7,5/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 7,5/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Holger Frey
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Education Chemie, Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul PC – Thermodyn./Kin./EC	**Physikalische Chemie – Thermodynamik/ Kinetik/ Elektrochemie** ***Physical Chemistry - Thermodynamics/ Kinetics/ Electrochemistry***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**7,5 LP = 225 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Physikalische Chemie – Thermodynamik/ Kinetik/ Elektrochemie“	V	2 (2)	P	4	138,0 h	6,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (2)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, ein grundlegendes Verständnis physikalisch-chemischer Phänomene zu erlangen. Dies beinhaltet zwei Ebenen: erstens eine makroskopisch-phänomenologische Beschreibung der stofflichen Welt, sowie zweitens ein damit verbundenes mikroskopisch-konzeptionelles Modellbild. Auf beiden Ebenen ist die Fähigkeit, grundlegende physikalisch-chemische Probleme als mathematische Gleichungen ausdrücken, diese zu lösen und die Ergebnisse zu interpretieren maßgeblich.

Inhalte

Chemische Thermodynamik: ideales Gas, Kinetische Gastheorie, Reales Gas, Van der Waals Gleichung; Energie, Hauptsätze der Thermodynamik, Thermochemie, Wärmekraftmaschinen, Freie Energie und Freie Enthalpie, Chemisches Potential, Partielle molare Größen, kolligative Eigenschaften
Kinetik: Transportprozesse, Geschwindigkeitsgesetze, Halbwertszeit, Reaktionsmechanismen, Elementarreaktionen, Folge- und Parallelreaktionen, Stoßaktivierung, Enzymkatalyse
Elektrochemie: Elektrische Leitfähigkeit, elektrochemische Zelle, Ionenbeweglichkeit, Debye-Hückel Theorie, starke und schwache Elektrolyte, Elektrodenpotentzal und elektrochemische Zellen, Elektrolyse
Statistische Thermodynamik: Mikro- Makrozustand, Verteilung und Gewicht, Boltzmannverteilung, Entartung, Zustandssumme und Thermodynamische Funktionen, Anwendung der Zustandssumme

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	7,5/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 7,5/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Sebastian Seiffert
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	Empfohlene Literatur: • Seiffert, Schärtl – Physikalische Chemie Kapieren (DeGruyter)

Modul Physik	**Physik für Chemiker*innen** ***Physics for Chemists***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**7,5 LP = 225 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Physik für Chemiker*innen“	V	2 (2)	P	4	138,0 h	6,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (2)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	Klausur (120 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

- Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sollten die Studierenden sich mit den grundlegenden Gesetzmäßigkeiten und Modelle aus der Mechanik, dem Elektromagnetismus und der Optik und der auskennen. Die Studierenden sollten in der Lage sein, elementare Gleichungen aus den u.g. Gebieten formulieren, deuten, anwenden und die Rechenergebnisse interpretieren zu können.

Inhalte

- Einführung: Grundeinheiten und Dimensionsanalyse, Größenordnungen, Messungen und Genauigkeiten, Bezugsysteme Vektoren
- Mechanik von Massenpunkten: Kinematik in einer Raum-Dimension (Ort-Zeit Diagramme), Gleichförmige Bewegung, Bewegung mit konstanter Beschleunigung, Beschreibung einer Bahn in Raum, 2 D Problem, Wurf, Kreisbewegung, Kräfte, Impuls, Newton’sche Gesetze, Nicht-konservative Kräfte, Reibung. Gleichförmig beschleunigte Systeme, Impuls und Impulserhaltung, Erhaltungssätze, Arbeit, W-E_{kin} Theorem, Bsp. (Arbeit in Gravitationsfeld).
- Mechanik des starren Körpers: Gravitation, Kepler’sche Gesetze, Drehimpuls, Drehimpulserhaltung, Schwerpunkt, Kräfte auf ausgedehnte Körper, Drehmoment, Trägheitsmoment
- Schwingungen und Wellen: Elastizität (als Bsp. SHO), SHO: Mathematische Pendel-Federpendel, Freie gedämpfte Schwingung, Erzwungene Schwingungen, Resonanzen.
  Wellen: Gekoppelte Schwingungen, Mathematische Beschreibung einer Welle, Eigenschaften einer Welle am Beispiel Schall: Ausbreitung Geschwindigkeit, Überlagerung von Wellen, Energie einer Welle, Randwerte Schallwellen – Dopplereffekt.
- Elektromagnetismus: Elektrische Ladung, Coulomb Gesetz, Elektrisches Feld, Bewegung in homogenem Feld, Anwendungen, Superpositionsprinzip, Gauss´scher Satz, Bsp. Gauss´scher Satz, Elektrisches Potential und Spannung, Materie in E-Feld, Strom, Stromleitung, Widerstand, Ohm´sches Gesetz. Magnetische WW: Magnete, Lorenzkraft, Anwendungen Kombinationen E und B, Magnetische Kraft auf Stromdurchflossene Leiter, Stromschleife in Magnetfeld, Magnetfelder durch Ströme, Biot-Savart-Gesetz, Ampere´sches Gesetz, Materie in äußerem Magnetfeld, Dynamische Felder: Induktion, Änderung des magnetischen Flusses, Lenz´sche Regel, Anwendungen der Induktion, Maxwell´scher Verschiebungstrom, Maxwell Gleichungen, Lichtgeschwindigkeit, Eigenschaften von EM-Wellen, Energie von EM-Welle, Wärmetransport.
- Geometrische Optik: Vereinfachungen vgl. Wellenoptik, Reflexion und Brechung, Abbildungen mit Spiegel und Linsen, optische Instrumente
- Wellenoptik: Interferenz und Beugung.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	7,5/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 7,5/108)

Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Concettina Sfienti
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul ACF Synthese	**Anorganische Chemie Synthesepraktikum ACF** ***Inorganic Chemistry Practical Course Synthesis ACF***	[*Modul-Kennnummer*]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	**Verpflichtungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungspunkte**
a) Praktikum „Anorganische Synthesechemie für Fortgeschrittene 1“	FPr	3 (3)	P	9	40,5 h	4,5
b) Seminar begleitend zu a)	S	3 (3)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr, S
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden
- können wesentliche Syntheseverfahren der präparativen anorganischen Chemie selbständig durchführen und den Erfolg beurteilen,
- beherrschen den theoretischen Hintergrund ihrer experimentellen Arbeiten und können ihre Experimente nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis dokumentieren,
- sind in der Lage, mit Gefahrstoffen unter Beachtung der geltenden Sicherheits- und Umweltvorschriften verantwortungsvoll und sicher umzugehen.

Inhalte

Experimente zur Erarbeitung von theoretischen Konzepten der Haupt- und Nebengruppen-Elemente und Verbindungen, Aufbau einfacher Apparaturen, Arbeitstechniken und Reinigungsmethoden, Synthesen von anorganischen Molekül- und Festkörper-Verbindungen, einfache Methoden zur Charakterisierung, Verknüpfung von Experiment und Theorie

Zugangsvoraussetzung(en)	Modul „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Allgemeine Chemie“, „Anorganische Chemie – Haupt- und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie“ und „Quantenmechanik, Spektroskopie und Charakterisierung“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikum-begleitendes Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Besprechung sicherheitsrelevanter Details zu und Diskussion von Praktikumsversuchen
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Katja Heinze
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul OC – Reaktions-mechanismen	**Mechanismen in der Organischen Chemie** ***Mechanisms in Organic Chemistry***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Mechanismen in der Organischen Chemie“	V	3 (3)	P	3	103,5 h	4,5
b) Übung begleitend zu a)	Ü	3 (3)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	3 Zwischenklausuren (Die Klausuren müssen im Mittel bestanden werden, um zur Modulprüfung zugelassen zu werden.)
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- Synthesemethoden wichtiger organischer Verbindungsklassen so zu kennen, wie diese im Labormaßstab eingesetzt werden.
- Die Mechanismen synthetisch wichtiger Reaktionen im Detail zu formulieren.

Inhalte

Aufbauend auf den Grundlagen der Organischen Chemie, wird eine Vertiefung der theoretischen Grundlagen und Reaktionsmechanismen, als auch den grundlegenden Namensreaktionen behandelt. Themen sind Radikale und Radikalreaktionen, nukleophile Substitutionen am gesättigten Kohlenstoff, Eliminierungsreaktionen, Additionen an C-C-Mehrfachbindungen, Chemie aromatischer Verbindungen, Reduktionen und Oxidationen, Aldehyde und Ketone, Carbonsäuren, Derivate und Reaktionen CH-acider Verbindungen, Umlagerungen.
Die Zwischenklausuren dienen dem studienzentrierten Abprüfen von in thematischen Blöcken erlerntem Wissen.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Einführung in die Organische Chemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Pol Besenius
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul OCF-1 Synthese	**Organische Chemie Synthesepraktikum OCF-1** ***Organic Chemistry Practical Course Synthesis OCF-1***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Praktikum „Organische Synthesechemie für Fortgeschrittene 1“	FPr	3 (3)	P	12	54 h	6
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	FPr					
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung						

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, unter Verwendung grundlegender Arbeitstechniken und charakteristischen Versuchsaufbauten die Synthesen einfacher organischer Verbindungen nach gegebenen Synthesevorschriften durchzuführen. Die Studierenden beherrschen den theoretischen Hintergrund ihrer experimentellen Arbeiten und können ihre Experimente nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis dokumentieren. Die Studierenden sind weiterhin in der Lage, mit Gefahrstoffen unter Beachtung der geltenden Sicherheits- und Umweltvorschriften verantwortungsvoll und sicher umzugehen.

Inhalte

Die in der Vorlesung Mechanismen in der Organische Chemie erworbenen Kenntnisse werden im Praktikum in der Laborpraxis erprobt. Dabei werden grundlegende Arbeitstechniken vermittelt (z.B. Destillation, Umkristallisation, Chromatographie geübt), organische Präparate im Labormaßstab von den Studierenden selbst angefertigt und Nachweismethoden angewendet. Der sichere Umgang mit Gefahrstoffen wird eingeübt.

Zugangsvoraussetzung(en)	Module „Einführung in die Organische Chemie“ und „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG §26 Abs. 2 (7), Praktikum
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	apl. Prof. Dr. Heiner Detert
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Quantenmech./Spektro. & Charakterisierung	**Quantenmechanik, Spektroskopie und Charakterisierung** *Quantum Mechanics, Spectroscopy, and Characterisation*	[*Modul-Kennnummer*]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**7,5 LP = 225 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Quantenmechanik, Spektroskopie und Charakterisierung“	V	3 (3)	P	2	69,0 h	3,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	3 (3)	P	1	34,5 h	1,5
c) Seminar begleitend zu a)	S	3 (3)	P	2	69,0 h	3,0

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe der Quantenmechanik und der theoretischen Spektroskopie. Sie können diese Grundlagen praktisch anwenden zur Interpretation von UV/Vis-, IR- und NMR-Spektren, wie sie für chemische und biochemische Anwendungen relevant sind.

Inhalte

Grundlagen

- Quantenmechanik: Welle-Teilchen Dualismus - Schrödinger-Gleichung, Teilchen im Kasten.
- Spektroskopie: Besetzung von Energieniveaus, Übergänge zwischen Energieniveaus, Fermis Goldene Regel, Übergangsraten.

Anwendungen

IR-Spektroskopie:

- Quantenmechanik: harmonischer Oszillator, Normalmoden.
- Spektroskopie: Dipolübergangsmomente, Auswahlregeln, anharmonische Effekte.
- Charakterisierung: Gruppenfrequenzen, Strukturabhängigkeit von Banden.

UV/Vis-Spektroskopie:

- Quantenmechanik: H-Atom, komplexe Atome, Pauli-Prinzip, Moleküle, simple Symmetriebetrachtungen.
- Spektroskopie: Franck-Condon Prinzip, Übergangsmomente, Jablonski-Diagramme, Absorptions- und Emissionsspektroskopie.
- Charakterisierung: UV/Vis-Spektren, Solvatochromie, Strukturabhängigkeit von Banden.

NMR-Spektroskopie:

- Quantenmechanik: Kern Spin, Zeeman Wechselwirkung, chemische Verschiebung.
- Spektroskopie: Magnetische Resonanzspektroskopie, Besetzungen, FID, FT-NMR.
- Charakterisierung: $^{1}H/^{13}C$-Parameter, chemische Verschiebung von chemischen Gruppen, Kopplung und Multiplizität, Integral, Linienbreite und Dynamik, Stereochemie.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Physik für Chemiker*innen“ und „Mathematik für Chemiker*innen“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	7,5/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 7,5/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	

Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Dr. Johannes Liermann
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	
Sonstiges	

Modul Biochemie I	**Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung** ***Biomolecules, Biocatalysis and Signal Transfer***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“	V	3 (3)	P	2	69 h	3
b) Seminar begleitend zu a)	S	3 (3)	P	2	69 h	3

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- grundlegende Inhalte der Biochemie und fachverwandter Gebiete wie Physiologie, Zellbiologie und Molekularbiologie wiederzugeben und zu gliedern
- die fachspezifische Terminologie sinngebend einzusetzen
- Zusammenhänge und Unterschiede zwischen biochemischen Vorgängen aufzuzeigen
- Ein (vorgegebenes) biochemisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren
- biochemische Themen angemessen zu diskutieren.

Inhalte

Vorlesung und Seminar schließen folgende Themen ein:

- Prinzipien der Biochemie
- Biomoleküle
- Aminosäuren und Proteine
- Enzyme: Konzepte, Kinetik, Regulation
- Nukleinsäuren und der Fluss der genetischen Information
- Replikation, Rekombination und Reparatur von DNA
- Werkzeuge der Genforschung
- Kontrolle der Genexpression
- Proteinbiosynthese
- Lipide und Zellmembranen
- Membrantransport
- Prinzipien der Signaltransduktion

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Allgemeine Chemie“, „Anorganische Chemie – Haupt- und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie“, „Einführung in die Organische Chemie“ und „Physikalischen Chemie - Thermodynamik/ Kinetik/ Elektrochemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Dirk Schneider

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie, Master of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Computerchemie/ Molec. Modeling	**Computerchemie / Molecular Modelling** *Computer Chemistry / Molecular Modelling*	[*Modul-Kennnummer*]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Computerchemie / Molecular Modelling“	V	4 (4)	P	3	103,5 h	4,5
b) Übung begleitend zu a)	Ü	4 (4)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden erlernen Konzepte des scientific computing und Simulationen als mögliche Lösungsansätze in der chemischen Forschung. Sie erhalten einen qualitativen Überblick über Verfahren der Computerchemie. Sie können die gängigsten quantenchemischen und molekulardynamischen Verfahren sowie die darin verfolgten Konzepte und Näherungen benennen. Sie können die Verfahren bezüglich Rechenaufwand und Genauigkeit gegeneinander abwägen. Sie sind in der Lage für ein gegebenes Problem eine computerchemische Methode vorzuschlagen und die Wahl zu begründen. Sie können die kennengelernten theoretischen Methoden auf chemische Fragestellungen anwenden und die Ergebnisse analysieren. Sie sind in der Lage eigenständig einfache computerchemische Rechnungen durchzuführen.

Inhalte

- Scientific computing und Simulationen als Werkzeuge in chemischer Forschung
- Vergleich theoretischer Vorhersagen mit Experimenten
- Gängige quantenchemische Verfahren (Hartree-Fock Theorie, Dichtefunktionaltheorie, etc.)
- Interpretation quantenchemischer Rechnungen (Molekülorbitale, Populationsanalysen, etc.)
- Einführung in die Molekülmechanik und -dynamik
- Simulation realistischer Systeme via Multiskalenmethoden

Durchführung, Analyse und Methodenvergleich für computerchemische Berechnungen:
Elektronenstruktur komplexer Moleküle, molekulare Eigenschaften, spektroskopisch relevante Größen, Energetik und Kinetik chemischer Reaktionen, dynamische Prozesse

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Quantenmechanik, Spektroskopie und Charakterisierung“ und „Physik für Chemiker*innen“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Jürgen Gauß
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Analytische Chemie	**Analytische Chemie** ***Analytical Chemistry***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**10 LP = 300 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Analytische Chemie“	V	4 (4)	P	2,0	69,00 h	3,0
b) Praktikum „Analytische Chemie für Fortgeschrittene“	FPr	4 (4)	P	5,5	107,25 h	5,5
c) Seminar begleitend zu b)	S	4 (4)	P	1,0	34,50 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	a) Klausur (120 min) als Zugangsvoraussetzung für b)
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a), b) und c)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziele:
Die Studierenden erwerben Kenntnisse in Analytischer Chemie und ein Verständnis für analytisches Denken, sowie für Analysen- und Qualitätssicherungsvorgänge. Sie erlernen die Bewertung analytischer Daten. Hierzu werden theoretische und praktische Kenntnisse zur Durchführung analytischer Standardverfahren vermittelt. Angestrebtes Niveau: einführende Lehrbücher der Analytischen Chemie.

Kompetenzen:
Die Studierenden

- verstehen und bewerten analytische Zusammenhänge
- können analytische Gesamtstrategien für eine bestehende chemisch-analytische Fragestellung erarbeiten.
- erlernen die quantitative Bestimmung von Einzelstoffen und Stoffgemischen durch die Anwendung chemischer sowie physikalisch-instrumenteller Analyseverfahren wie z.B. der HPLC, GC, Elektrophorese, elektroanalytischer und photometrischer Bestimmungsmethoden sowie der Atomspektrometrie
- sind in der Lage, die Ergebnisse ihrer Analysen durch die Anwendung verschiedener Kalibriermethoden und des analytischen Qualitätsmanagements sicher zu beurteilen.
- erlernen die Techniken chemisch-physikalischer (Spuren)Analytik inkl. des erforderlichen Zeitmanagements

Schlüsselqualifikationen:

- Erlernen wissenschaftlichen Denkens
- Anwendung von Techniken naturwissenschaftlichen Arbeitens
- Planungs- und Problemlösefertigkeiten
- Kommunikationskompetenz in Seminar und Praktikum
- Belastbarkeit, Team- und Konfliktfähigkeit im Praktikum

Inhalte

a)

- Analytische Fragestellungen und Gesamtstrategien
- Analytische Güteziffern
- Chemometrische Methoden zur Informationsgewinnung aus experimentellen Messdaten
- Fehlerquellen, Analytisches Qualitätsmanagement, Validierung, Normen, Akkreditierung
- Principal Component Analysis
- Besonderheiten des spurenanalytischen Arbeitens
- Vergleich nasschemischer vs. instrumenteller Methoden
- Physikalische Grundlagen zur Instrumentellen Analytik
- Differenzierung zwischen Analyt und Probenmatrix (Matrixeffekte)
- Kalibriermethoden, Standardreferenzmaterialien

- Absolut- und Relativbestimmungen
- Direkt- und Verbundverfahren
- HPLC, GC und Ionenchromatographie als Trenn-, Anreicherungs- und Bestimmungsmethoden (inkl. Detektoren)
- Elektrophoretische Methoden
- Elektroanalytische Methoden (Potentiometrie, Coulometrie, Elektrogravimetrie, (Cyclo-)Voltammetrie), Polarographie)
- Photometrische Methoden
- Atomspektrometrische Methoden (Atomabsorption, Atomemission)
- Bestimmungsmethoden der Röntgenfluoreszenz
- Grundlagen massenspektrometrischer Methoden (Elemente, Moleküle), apparative Aspekte

b) Analyse synthetischer bzw. realer Proben unter Anwendung folgender Methoden:

- Ionenchromatographie
- Coulometrie
- Potentiometrie
- Polarographie
- Photometrie
- Atomabsorption und -emission (Kalibrierstrategien, Ionisationspuffer, physikalische und chemische Störungen, Fehlerkorrektur).

c)

- Besprechung und Diskussion repräsentativer Themenfelder
- Möglichkeit das vermittelte Wissen im Rahmen des Kenntnisstandes kritisch zu hinterfragen
- Einweisungen in die Versuchsdurchführungen, spurenanalytische Arbeitstechniken und Reinigungsoperationen
- Übertragung des Vorlesungsstoffs in die konkrete Laborpraxis

Zugangsvoraussetzung(en)	Modul „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“, Voraussetzung für b) ist Studienleistung zu a)
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Allgemeine Chemie“ und „Physikalische Chemie - Spektroskopie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	3/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 3/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Nicolas H. Bings
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	Empfohlene Literatur: • Skript zur Vorlesung „Analytische Chemie“ • D.C. Harris; „Lehrbuch der Quantitativen Analyse“, Springer Verlag, 2014 • G. Schwedt, T.C. Schmidt, O.J. Schmitz; „Analytische Chemie: Grundlagen, Methoden und Praxis“, Wiley-VCH, 2016 • M. Otto; „Analytische Chemie“, Wiley-VCH, 2019 • G. Jander, K.Fr. Jahr; „Maßanalyse: Theorie und Praxis der Titration mit chemischen und Physikalischen Indikatoren“ Walter de Gruyter, 2012 • K. Cammann; „Instrumentelle Analytische Chemie: Verfahren, Anwendungen, Qualitätssicherung“ Spektrum Akademischer Verlag, 2010 • D.A. Skoog, F.J. Holler, S.R. Crouch; „Instrumentelle Analytik: Grundlagen, Geräte, Anwendungen“, Springer Verlag, 2013 • Skript zur Vorlesung „Allgemeine Chemie“, • Skript zum Praktikum „Allgemeine Chemie“

Modul Anatomie & Physiologie	**Anatomie und Physiologie des Menschen** ***Human Anatomy and Physiology***					***[Modul-Kennnummer]***
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Vorlesung „Biochemie und Physiologie des Menschen“	V	4 (4)	P	4	138 h	6

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- Themen der Biochemie, Physiologie und Anatomie des Menschen und anderer Säugetiere sicher und strukturiert wiederzugeben und einzuordnen.
- wichtige physiologische Fachbegriffe zu definieren, in den richtigen Kontext einzuordnen und zielführend anzuwenden.
- die in der Veranstaltung behandelten Funktionskonzepte der menschlichen bzw. Säugetierphysiologie in Grundzügen richtig zu beschreiben.
- Medizinisch-wissenschaftliche Konzepte zu verstehen und fachkundig zu beurteilen. Hierzu gehört das Verständnis diagnostischer oder therapeutischer Methoden, sowie klinischer und/ oder vorklinischer Versuchsanordnungen im Dienste der Entwicklung neuer Medikamente, Medizinprodukte, oder therapeutischer oder diagnostischer Verfahren.
- den Einfluss von Wirkstoffen auf definierte Organsysteme des Säugetierorganismus zu beschreiben.
- sich im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten oder in ihrem jeweiligen späteren Berufsfeld schnell in an sie herangetragene Fragestellungen der Human- oder Veterinärmedizin einzuarbeiten und diese Fragestellungen, basierend auf ihrem in der Vorlesung gewonnenen Wissen und Verständnis, zielführend und erfolgreich zu bearbeiten.

Inhalte

Integumentsystem, Muskulatur und Knochen, Herz, Kreislaufsystem, Blut und Immunfunktion, Atmung, Säure-Basen-Haushalt, Nierenfunktion, Salz- und Wasserhaushalt, Magen-Darm-Trakt und Verdauung, Wärmehaushalt, Endokrines System, Sexualfunktionen, Schwangerschaft und Geburt, Nervengewebe und –funktion, Rückenmark und Spinalnerven, Gehirn, Somatisches und autonomes Nervensystem, Sinne und Sinnesorgane

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Zellbiologie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	PD Dr. Thies Schröder
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie
Sonstiges	

Modul Biochemie II	**Stoffwechselbiochemie** ***Metabolic Biochemistry***					***[Modul-Kennnummer]***
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Stoffwechselbiochemie“	V	4 (4)	P	2	69 h	3
b) Seminar begleitend zu a)	S	4 (4)	P	2	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)					

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- grundlegende Inhalte der Stoffwechselbiochemie wiederzugeben und zu gliedern.
- die fachspezifische Terminologie sinngebend einzusetzen.
- stoffwechselbiochemische Themen angemessen zu diskutieren.
- Zusammenhänge und Unterschiede zwischen biochemischen Vorgängen aufzuzeigen.
- ein (vorgegebenes) biochemisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren.

Inhalte

- Konzepte und Grundmuster des Metabolismus
- Kohlenhydrat-Stoffwechsel
- Citratzyklus
- Oxidative Phosphorylierung
- Photosynthese
- Lipid- und Fettstoffwechsel
- Proteinumsatz und Aminosäurestoffwechsel
- Nukleotidstoffwechsel
- Biosynthesewege wichtiger Biomoleküle
- Koordination und Integration des Stoffwechsels

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Allgemeine Chemie“, „Anorganische Chemie – Haupt- und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie“, „Einführung in die Organische Chemie“ und „Physikalischen Chemie - Thermodynamik/ Kinetik/ Elektrochemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Dirk Schneider
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie, Master of Science Chemie
Sonstiges	

Modul OC – Stereochemie und OCF-2 Synthese	**Stereochemie, Stereoselektive Synthese und Organische Chemie Synthesepraktikum OCF-2** ***Stereochemistry, Stereoselective Synthesis and Organic Chemistry Practical Course Synthesis OCF-2***	**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**12 LP = 360 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Stereochemie, Stereoselektive Synthese“	V	5 (5)	P	2	69,0 h	3,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	5 (5)	P	1	34,5 h	1,5
c) Praktikum „Organische Synthesechemie für Fortgeschrittene 2“	FPr	5 (5)	P	15	67,5 h	7,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a), b) Die Studierenden sind in der Lage:
- dreidimensionale Molekülstrukturen organischer Verbindungen zu beschreiben
- die Methoden der stereoselektiven Synthese organischer Verbindungen zu beschreiben und Übergangszustände und reaktive Zwischenstufe zur Analyse und Vorhersage der Stereochemie der Produkte anzuwenden.
- den stereochemischen Verlauf von Reaktionen zu analysieren, zu interpretieren und vorherzusagen.

c) Die Studierenden können unter Verwendung aktueller Arbeitstechniken und moderner Versuchsaufbauten die Synthese organischer Verbindungen selbstständig nach Synthesevorschriften durchführen. Die Studierenden beherrschen den theoretischen Hintergrund ihrer experimentellen Arbeiten und können ihre Experimente nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis dokumentieren. Die Studierenden können spektroskopische Verfahren (1H- und 13C-NMR-Spektroskopie, UV/VIS- Spektroskopie, IR- Spektroskopie, Massenspektrometrie) einsetzen, um organische Verbindungen zu charakterisieren. Die Studierenden sind weiterhin in der Lage, mit Gefahrstoffen unter Beachtung der geltenden Sicherheits- und Umweltvorschriften verantwortungsvoll und sicher umzugehen.

Inhalte

a), b) Aufbauend auf den Grundlagen und den Reaktionsmechanismen in der Organischen Chemie, werden stereochemische Grundbegriffe und stereoselektive Reaktionen behandelt. Dabei stehen die gängigen Methoden der enantio- und diastereoselektiven Synthese wie Oxidationen und Reduktionen von Olefinen, stereoselektive Funktionalisierung von Carbonyl-Verbindungen (Reduktionen, Additionen, α-Funktionalisierungen, Aldolreaktionen), chirale Carbanionen & -kationen, Cycloadditionen, Umlagerungen sowie Olefinierungen und die dazugehörigen Mechanismen und Überganszustände im Mittelpunkt.
c) Wichtige Methoden der synthetischen organischen Chemie (Schutzgruppenchemie, Organo- und Metallkatalyse, stereoselektive Synthese), mehrstufige Präparate, sowie Reaktionskontrolle, physikalische und chromatographische Reinigungsmethoden. Anwendung wichtiger analytischer Methoden (z.B. NMR-Spektroskopie, IR-Spektroskopie, Massenspektrometrie). Protokollierung wissenschaftlicher chemischer Experimente. Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien.

Zugangsvoraussetzung(en)	Modul „Organische Chemie Synthesepraktikum OCF-1“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Mechanismen in der Organischen Chemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	4,5/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 4,5/108)

Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	apl. Prof. Dr. Heiner Detert
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Klinisch/Pharmazeut Chemie	**Grundlagen der Medizinischen und Klinischen Chemie** ***Fundamentals of Medicinal and Clinical Chemistry***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Grundlagen der Klinischen Chemie“	V	5 (5)	P	2	69,0 h	3
b) Vorlesung „Spezielle Aspekte der Pharm. Med. Chemie“	V	5 (5)	P	1	79,5 h	3

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	Klausur (120 min) zu den Inhalten von a) und b)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a) Die Studierenden sind in der Lage,
- Analytische Methoden der Klinischen Chemie wiederzugeben und deren Anwendung in der Laborchemie zu verstehen
- die Grundlagen der Pathobiochemie wiederzugeben und damit in Zusammenhang stehende Laborparameter bzw. Biomarker zu interpretieren
- sich spezielle Themen der Klinischen Chemie selbst zu erarbeiten bzw. erlerntes Wissen als Transferleistung auf klinisch-chemische Fragestellungen anzuwenden und Zusammenhänge zu verstehen
- Grundlagen der organischen und analytischen Chemie, der Biochemie und der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie auf den Themenkomplex Klinische Chemie anzuwenden.

b) Die Studierenden sind in der Lage,
- Die Grundlagen der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie und der modernen Wirkstoffentwicklung wiederzugeben und zu verstehen
- die Grundlagen der organischen Chemie wie z.B. Abschätzung physikochemischer Parameter, Erkennung und Interpretation von Substanzeigenschaften, Reaktivität funktioneller Gruppen, Säure-Base-Eigenschaften auf die Fragestellungen der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie anzuwenden
- sich spezielle Themen der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben
- die Grundlagen der Biotransformation von Arzneistoffen wiederzugeben, die Funktionalität bzw. Strukturanalogien von Arzneistoffen zu erkennen und mögliche Biotransformationsreaktionen abschätzen zu können
- wesentliche Prinzipien des modernen Drug Design zu verstehen und zu interpretieren
- Strukturoptimierungen vorzuschlagen, um im Rahmen des Drug Designs eine Leitstruktur zu einem Wirkstoffmolekül (Drug) zu optimieren.

Inhalte

a) Grundlagen der klinischen Chemie
- Analysenwerte, Referenzwerte, Richtigkeit, Präzision
- diagnostische Sensitivität und Spezifität, cut-off-Werte, prädiktiver Wert
- Einflussgrößen auf Laborparameter
- Bestimmung der Enzymaktivität´: einfache und gekoppelte Systeme

Spezielle Techniken in der Klinischen Chemie
- Biochemolumineszenz, Fluorimetrie, NIR
- elektrophoretische Trennmethoden, chromatographische Trennmethoden und Kopplung mit der Massenspektrometrie
- Immunchemische Messverfahren wie Immunoassays: ELISA, EMIT, CEDIA
- Grundlagen der PCR-Reaktion, ELISA-PCR

- Biochips (DNA-Chips), Protein-Chips, Biosensoren

Spezielle Gebiete der Klinischen Chemie

- Enzymdiagnostik von Lebererkrankungen wie Hepatitis, Cholestase, alkoholtoxische Wirkungen: Suchtests, diagnostische
- Tests, Funktionstests
- Enzymdiagnostik des Herzinfarkts
- Klinische Laborparameter bei Nierenfunktionsstörungen: Harnstoff, Kreatinin,
- Kreatinin-Clearance
- weitere Laborparameter wie Hämatokritwerte, Erythrozytenindices, Elektrolyte
- Prinzipien der endokrinen Diagnostik
- Tumormarker

b) Grundlagen der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie

Teil 1: Biotransformation von Arzneistoffen

- Grundlagen der Biotransformation, Bedeutung des Metabolismus als Entgiftungsreaktion, Ausscheidung von Arzneistoffen,
- Phase-I-Reaktionen und beteiligte Enzyme, insbesondere Cyp P 450 Mono-oxygenasen und Flavinabhängige
- Monooxygenasen, Reduktasen, Hydrolasen
- Phase-II-Reaktionen z.B. Glucuronidierung, Sulfatierung, Methylierung
- Biotoxifizierung von Arzneistoffen und Entgiftungsreaktionen mit z.B. Glutathion
- Besondere Aspekte der Pharmakogenetik in Bezug auf Biotransformation, Bedeutung von SNPs für metabolisierende Enzyme, aber auch auf Transporter
- Prodrugs als Prinzip zur Steuerung der Metabolisierung von Arzneistoffen (ADME-Tox)

Teil 2: Modernes Wirkstoffdesign

- Grundlagen der Arzneimittelforschung, Protein-Ligand-Wechselwirkungen
- Suche nach Leitstrukturen von Arzneistoffen, Optimierung von Leitstrukturen, Entwurf von Prodrugs (siehe Biotransformation),
- Grundlagen zu experimentellen Methoden z.B. Molecular Modelling
- Quantitative Struktur-Wirkungsbeziehungen und Design-Methoden: Pharmakophor, Datenbanksuche, strukturbasiertes Wirkstoffdesign
- Optimierung von ADME-Tox-Eigenschaften von Arzneistoffen (siehe auch Biotransformation, Teil 1)
- Praxisbeispiele für erfolgreiches rationales Design

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Allgemeine Chemie“, „Anorganische Chemie – Haupt- und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie“, „Physikalische Chemie – Thermodynamik/ Kinetik/ Elektrochemie“, „Einführung in die Organische Chemie“, „Analytische Chemie“, „Stoffwechselbiochemie“ und „Anatomie und Physiologie des Menschen“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Dr. Werner Kiefer
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie
Sonstiges	

Modul Biochemie P	**Biochemische Arbeitstechniken** ***Biochemical Working Techniques***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Praktikum „Biochemische Arbeitstechniken für Fortgeschrittene“	FPr	5 (5)	P	7	76,5 h	5
b) Seminar begleitend zu a)	S	5 (5)	P	1	19,5 h	1
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	FPr, S					
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung						

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- typische biochemische Arbeitstechniken anzuwenden
- mit verschiedenen biochemischen Stoffklassen experimentell umzugehen
- weitgehend selbstständig anhand von Kursanleitungen biochemische und zellbiologische Experimente durchzuführen
- die Ergebnisse ihrer Experimente in angemessener Form zu dokumentieren und korrekt auszuwerten
- einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen
- die den Versuchen zu Grunde liegende Theorie wiederzugeben und zu erklären

Inhalte

Im Praktikum werden folgende Inhalte experimentell bearbeitet:

- Nukleinsäuren: DNA, RNA
- Proteinfraktionierung und -analyse
- Enzyme
- Zellfraktionierung und Leitenzyme
- Kohlenhydrate: Auftrennung und Analyse
- Lipide: Extraktion, Fraktionierung und Analyse
- Eukaryotische Zellen (z.B. Immuncytochemie)

Zugangsvoraussetzung(en)	Module „Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“ oder „Stoffwechselbiochemie“ und „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG, §26 Abs 2 (7), Praktikum; Praktikum-begleitendes Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Besprechung sicherheitsrelevanter Details zu und Diskussion von Praktikumsversuchen.
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	apl. Prof. Dr. Gerald Gimpl
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie, Master of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Recht / Schreiben	**Soft Skills 1: Ethische Fragen Naturwissenschaftlicher Praxis** ***Soft Skills 1: Ethical Questions of Scientific Practice***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Ethische Fragen Naturwissenschaftlicher Praxis“	V	6 (6)	P	2	69 h	3
b) Vorlesung „Recht für Chemiker*innen“	V	6 (6)	P	2	69 h	3

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	a) In der Regel Klausur (90 min), alternativ Hausarbeit oder mündliche Prüfung (30 min) b) In der Regel Klausur (90 min), alternativ Hausarbeit oder mündliche Prüfung (30 min) Beide Prüfungen müssen bestanden sein.
Modulprüfung	

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a) Die Studierenden sind in der Lage,

- das Wesen der Ethik und ihre Praxisrelevanz zu reflektieren (Theorie-Praxis-Verhältnis)
- Leistungsfähigkeit und Grenzen der Ethik darzulegen
- mit den Begrifflichkeiten der Ethik umzugehen
- maßgebliche ethische Positionen und Ansätze zu erläutern und ihre Relevanz für Fragen der angewandten Ethik zu erkennen
- zu einer vernünftigen ethischen Urteilsbildung auch in öffentlicher Verantwortung
- ethische Statements auf ihre Tragfähigkeit zu überprüfen

b) Die Studierenden

- überblicken die Rechtsquellen und Normenhierarchie
- sind innerhalb der behandelten Rechtsgebiete sicher orientiert
- verfügen über die Sachkunde im Sinne der Chemikalienverbotsverordnung
- können Rechtsnormen systematisch erfassen und anwenden
- sind in der Lage, Problemstellungen mit Hilfe der einschlägigen
- Gesetzestexte zu lösen

Inhalte

a)

- Frage nach dem Wesen und der Praxisrelevanz der Ethik
- Leistungsfähigkeit und Grenzen der Ethik in Gesellschaft und Beruf
- Überblick über die Begrifflichkeiten der Ethik
- Wichtige ethische Konzeptionen aus Vergangenheit und Gegenwart und ihre Bedeutung für Fragen der angewandten Ethik
- Ethische Urteilsbildung vor dem Forum der Vernunft
- Ethische Urteilsbildung und öffentliche (mediale) Kommunikation
- spezielle ethische Themen (z.B. Umwelt- und Tierethik, Technikethik, Wissenschaftsethik, Friedensethik)

b)

- Allgemeine Rechtsordnung, Verwaltungs-, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht
- Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Chemikalienverbotsverordnung
- Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen
- Grundbegriffe der Gefahrstoffkunde und Toxikologie, Informationen zur Gefahrenabwehr und Erste Hilfe
- Technische Regeln für Gefahrstoffe, CLP und Reach-VO
- Arbeitsschutzvorschriften

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Dr. Carsten Siering
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Softskill-Kurs Tutoren / Fachdidaktik	**Soft skills 2: Tutor*innenqualifizierung und Wissenschaftliches Schreiben** ***Soft Skills 2: Tutor Qualification and Scientific Writing***	**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Seminar „Tutor*innenqualifizierung“	S	6(6)	P	2,0	39 h	2,0
b) Praktikum „Tutorium für Fortgeschrittene Studierende“	FPr	6(6)	P	4,5	28 h	2,5
c) Seminar „Wissenschaftliches Schreiben“	S	6(6)	P	1,0	35 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	c) Abgabe und Beurteilung einer wissenschaftlichen Schrift
Modulprüfung	

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a) b) Die Studierenden
- werden für die eigene Tutor*innenrolle sensibilisiert
- erlangen allgemeine didaktische Kenntnisse
- erproben grundlegende Moderations- und Präsentationstechniken
- erproben Methodenkenntnisse zur Vermittlung praktischer und theoretischer Lehrgegenstände
- können wissenschaftlicher Arbeitstechniken an Studierende vermitteln
- können konstruktivistisch orientierte Unterrichtsgespräche führen
- können konstruktives und lernförderliches Feedback geben

c) Die Studierenden sind in der Lage
- ihre wissenschaftlichen Daten im Forschungsumfeld einzuordnen.
- wissenschaftliche Veröffentlichungen hinsichtlich deren Inhalt und guten wissenschaftlichen Praxis zu beurteilen.
- ein inhaltliches und zeitliches Konzept für die Erstellung einer wissenschaftlichen Publikation zu entwickeln.
- die Kriterien des wissenschaftlichen Schreibens anzuwenden, um eine wissenschaftliche Arbeit im Bereich der Chemie, der Biomedizinischen Chemie oder angrenzender Fachgebiete anzufertigen.
- grundlegende Begriffe des digitalen Forschungsdatenmanagements wie elektronische Laborjournale, FAIR-Prinzipien, Metadaten(standards), Ontologien einzuordnen.

Inhalte

a) Tutor*innenqualifizierung:
- Kick-off Meeting
- Rollenreflexion (Verantwortungsbereiche, Schwellenkonzepte, Aufgabenbereiche)
- Allgemeindidaktische Grundlagen (konstruktivistischer Aufbau von Lehre, Motivation, Lernprozesse)
- Lehr/Lernszenarien (Präsenzlehre und Onlinelehre)
- Classroom Management
- Peerberatung (Feedback auf verschiedenen Ebenen, kollegiale Hospitation)

b) Praxisphase/ Learning on the Job
- Tutor*innen betreuen Kleingruppen von Studierenden aus dem ersten Semester
- Kollegiale Hospitation
- Reflexionsgespräche (individuell, Gruppe)

c) Wissenschaftliches Schreiben:
- Ziele und struktureller Aufbau einer naturwissenschaftlichen Arbeit
- Methodische Herangehensweisen, Konzeptentwicklung und Zeitmanagement
- Literaturrecherche und Einbindung in die eigene Arbeit, Primär- und Sekundärliteratur

• Zitationen, Kennzeichnung von Material aus der Literatur • Verwendung einer präzisen, objektiven Sprache unter Nutzung des fachwissenschaftlichen Vokabulars. • Erstellung von aussagekräftigen und wissenschaftlich korrekten Abbildungen, Schemata, Reaktionsgleichungen und Tabellen. • Strategien zum Umgang mit Schreibblockaden • wissenschaftlichen Verantwortlichkeit, Leitlinien für gute wissenschaftliche Praxis • Grundlagen des Forschungsdatenmanagements: Persistent Identifier, Repositorien, elektronische Laborjournale, FAIR-Prinzipien, Metadaten(standards), Ontologien	
Zugangsvoraussetzung(en)	Erfolgreiche Teilnahme an 3 Praktika
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	apl. Prof. Dr. Gerald Hinze
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Bachelorarbeit	**Bachelorarbeit** ***Bachelor Thesis***					**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**P**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**12 LP = 360 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Bachelorarbeit		6 (6)	P	12 Wochen ganztags	360 h	12

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	Bachelorarbeit (nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung)
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3, Vortrag zur Bachelorarbeit (20 min)
Studienleistung(en)	Führung eines Laborbuches
Modulprüfung	Bachelorarbeit

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden sind befähigt, sich in die wissenschaftlichen Grundlagen eines wissenschaftlichen Spezialgebiets einzuarbeiten und ein wissenschaftliches Thema weitestgehend eigenständig zu bearbeiten. Sie sind in der Lage, in der Bachelorarbeit schriftlich in das Spezialgebiet einzuführen, ihre gewonnenen Ergebnisse zu schildern und zu dokumentieren und sie im Kontext der relevanten (internationalen) Literatur zu interpretieren und zu diskutieren. Sie sind außerdem in der Lage, ihre Bachelorarbeit als wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren.
Inhalte
Experimentelles Bearbeiten einer komplexeren wissenschaftlichen Fragestellung. Verfassung einer wissenschaftlichen Schrift zum Thema (Bachelorarbeit), Präsentation der Ergebnisse als Vortrag.

Zugangsvoraussetzung(en)	Gemäß § 15 Abs. 4
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	12/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 12/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), wissenschaftliche (praktische) Forschungsarbeit/Praktikum (nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung)
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Alle am Studiengang beteiligte hauptamtlich Lehrende
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	Individuelle Betreuung; Die Anzahl der in einem beteiligten Arbeitskreis angebotenen Praktikumsplätze kann von Semester zu Semester variieren. Externe Bachelorarbeiten auf Antrag möglich.

Wahlpflichtmodule

Modul 4-2	**WP - Biostatistik und Bioinformatik** *Biostatistics and Bioinformatics*					[*Modul-Kennnummer*]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Biostatistik/Bioinformatik“	V	6 (5)	P	1	34,5 h	1,5
b) Praktische Übung begleitend zu a)	Ü	6 (5)	P	3	103,5 h	4,5
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Ü					
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min) und gegebenenfalls mündliche Ergänzungsprüfung					

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a) und b) Die Studierenden sind in der Lage,

- die behandelten biostatistischen und bioinformatischen Inhalte wiederzugeben.
- diese Kenntnis durch praktische Übungen (z.B. am Computer) und durch Lösen einschlägiger Aufgaben zu demonstrieren.
- wichtige Fachbegriffe der Bioinformatik zu definieren.
- die wichtigsten Methoden zur Entschlüsselung und Annotation von DNA- und Proteinsequenzen zu benennen und diese Methoden in Grundzügen erklären
- Datenbanken für wissenschaftliche Literatur sowie DNA- und Protein-Sequenzen zu benennen und zu verwenden.
- einfache Methoden der Erstellung molekular-phylogenetischer Stammbäume zu benennen und zu verwenden.
- Verfahren der Biostatistik klassifizieren.
- sich im konkreten Fall für das korrekte biostatistische Verfahren zu entscheiden.
- die entsprechenden Rechenaufgaben sicher lösen und das biostatistische Ergebnis zu bewerten.
- einfache Anwendungen statistischer Programme durchführen.

Inhalte

- Einführung und Anwendung biostatistischer Verfahren in der Ökologie, Verhaltens- und Evolutionsbiologie: Grundlegende Konzepte, Datenverteilungen, Versuchsdesign, parametrische und nicht-parametrische Testverfahren, Allgemeine Lineare Modelle, Einführung in Datenauswertung und Darstellung mittels Statistikprogrammen (z.B. „R“);
- Literaturdatenbanken und Literatursuche
- Einführung und Anwendung bioinformatischer Methoden in der Genomforschung: Gen- und Genomstruktur, DNA-Sequenzierungsmethoden (klassisch/NGS), Bewertung und Editieren von DNA-Sequenzen, DNA- und Protein-Sequenzalignment, Sequenzdatenbanken und Suchalgorithmen
- Generkennung und Genannotation, Hidden Markov Modelle (Prinzip und Anwendung),
- Molekulare Phylogenie: Multiples Sequenzalignment, Evolutionsmodelle, Methoden der Stammbaum-Rekonstruktion
- Analyse von Proteinstrukturen, Sekundärstrukturvorhersage, Homologiemodellierung, Methoden der Proteomforschung

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Nur im Sommersemester in der vorlesungsfreien Zeit

Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), praktische Übung
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Miguel Andrade
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Modul MiBiT	**WP - Mikrobiologie und Biotechnologie** ***Microbiology and Biotechnology***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**2 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Mikrobiologie“	V	2 (3)	P	2	69 h	3

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	a) In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) b) In der Regel Vortrag (25 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) Beide Prüfungen müssen bestanden sein, die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel beider Prüfungen

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a) Die Studierenden sind in der Lage,
- die behandelten Inhalte der Mikrobiologie sicher und strukturiert wiederzugeben
- die wichtigsten Fachbegriffe zu definieren und in den richtigen Kontext einzuordnen
- die besonderen Merkmale der Bakterien aufzulisten; den Aufbau einer Bakterienzelle, die Funktion der bakteriellen Zellbestandteile und die Stoffwechselleistungen von Bakterien zu beschreiben
- die wichtigsten Sicherheitsbestimmungen in biotechnologischen Labors zu benennen
- die Bedeutung der Bakterien in der Natur und für den Menschen zu bewerten

b) Die Studierenden sind in der Lage,
- vertieftes Wissen in wichtigen Teilgebieten der Biotechnologie (Isolierung und Umgang mit Mikroorganismen, Fermentation, Aufarbeitung von Proteinen und Sekundärmetaboliten aus Submerskulturen von Pilzen) anzuwenden.
- Biotechnologische Sachverhalte zu interpretieren.
- wissenschaftliche Daten aus Datenbanken zu extrahieren
- unter Anleitung anspruchsvolle biochemische und biotechnologische Versuche zu planen
- die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einzuschätzen

Inhalte

a) Mikrobiologie:
- Aufbau einer Bakterienzelle; mikroskopische Methoden
- Identifizierung und Kulturtechniken von Bakterien
- Nachweis von Mutationen; Stoffwechselphysiologie von Bakterien
- Regulation bei Bakterien; Aufbau und Eigenschaften von Bakteriophagen

b) Biotechnologie: Theorie zum/zur
- Umgang mit Mikroorganismen und der Fermentation von Mikroorganismen,
- Medienoptimierung für Fermentationen von Mikroorganismen
- Isolierung biologisch aktiver Inhaltsstoffe
- Isolierung von Enzymen aus Kulturen höherer Pilze
- Charakterisierung von Wirkstoffen.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Zellbiologie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 bzw. 0/114 oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	a) Nur im Wintersemester b) Nur im Sommersemester

Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Ralf Heermann
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Modul WP-KC	**WP - Einführung in die Kernchemie** ***Introduction to Nuclear Chemistry***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“	V	5 o. 6 (5 o.6)	P	2	69,0 h	3,0
b) Übung begleitend zu a)	Ü	5 o. 6 (5 o.6)	P	1	34,5 h	1,5
c) Seminar ergänzend zu a)	S	5 o. 6 (5 o.6)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	S
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage
- die Grundlagen der Kern- und Radiochemie wiederzugeben
- sich spezielle Themen der angewandten Kernchemie selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben
- sich mit den strahlenschutztechnischen und rechtlichen Randbedingungen zum Umgang mit radioaktiven Stoffen vertraut zu machen

Inhalte

a) Geschichte der Radioaktivität / Aufbau des Atoms und des Atomkerns: Masse und Bindungsenergie von Kernen, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Flüssigtröpfchenmodell und Schalenmodell / Instabilität von Kernen und Kernumwandlungs-Prinzipien / mathematische Beziehungen der Umwandlungen, Einheiten der Radioaktivität, natürliche Radionuklide / primäre Umwandlungen: α-Umwandlung, β -Umwandlung, Cluster-Radioaktivität, Spontanspaltung / sekundäre Umwandlungen: elektromagnetische Übergänge, Konversions-Elektronen / post-Effekte: Annihilation, Röntgenstrahlung, Auger-Elektronen / Wechselwirkung mit Materie: Photoeffekt, Comptoneffekt, Paarbildung / Messung von Kernstrahlung: verschiedene Detektortypen / Kernreaktionen: Energetik, Wirkungsquerschnitt, direkte Reaktionen, Compoundkern, Schwerionenreaktionen, Hochenergiereaktionen, induzierte Spaltung
b) In den Übungen werden Übungsaufgaben gerechnet.
c) Es werden Referate zu Themen gehalten, die die Inhalte der Vorlesung ergänzen, z.B.: α-/β-/γ-Spektrometrie; Radiometrische Altersbestimmung; Entdeckung und Eigenschaften des Neutrons; Entdeckung der Kernspaltung; natürliche Radioaktivität in der Umwelt; das Tracerprinzip und seine Anwendungen in Chemie und Medizin; Teilchenbeschleuniger; Produktion und Anwendung von Radionukliden in den Lebenswissenschaften; nuklearmedizinische Diagnostik; biologische Strahlenwirkung; Aufbau und Funktionsweise von Kernreaktoren; Neutronenaktivierungsanalyse; Kernbrennstoffkreislauf; die Reaktorkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima; Kernfusion; Produktion und Eigenschaften von Transuranelementen; solare und atmosphärische Neutrinos

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108) bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

Begründung der Anwesenheitspflicht	Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Tobias Reich
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Geowissenschaften, Master of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Chemie, Master of Science Physik
Sonstiges	Empfohlene Literatur: • J.-V. Kratz, K. H. Lieser: Nuclear and Radiochemistry, Wiley-VCH, 2013 • F. Rösch: Nuclear and Radiochemistry, De Gruyter, 2014 • Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár, R. G. Lovas, F. Rösch (Eds.), Handbook of Nuclear Chemistry, Springer, 2011

Modul WP-KC-P	**WP - Kernchemisches Praktikum 1** ***Lab Course Nuclear Chemistry 1***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Praktikum „Kernchemie für Fortgeschrittene 1“	FPr	6 (6)	P	6	72,0 h	4,5
b) Seminar begleitend zu a)	S	6 (6)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr, S
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30 min, unbenotet)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage:

- mit offenen Radioaktivitäten umzugehen und verschiedene Radioelemente mit Hilfe der Messtechniken für radioaktive Strahlung zu analysieren
- die Grundlagen der Dosimetrie und des praktischen Strahlenschutzes zu beschreiben
- unter Anwendung eines effektiven Zeit- und Ressourcenmanagements innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Arbeitsabläufe eigenverantwortlich zu planen und durchzuführen
- sich in Kleingruppen zu organisieren und effektiv zusammenzuarbeiten

Inhalte

Herstellung und Umgang mit radioaktiven Präparaten, Messung von Alpha-, Beta-, Gammastrahlung, Mutter-Tochter-Gleichgewicht, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Gamma-Spektroskopie, Dosimetrie und Strahlenschutz, Grundlagen der Positronen-Emissions-Tomographie, Kernreaktionen mit Neutronen, Nachweis der Kernspaltung, Anwendung von Radioisotopen, chemisches Verhalten von Neptunium

Zugangsvoraussetzung(en)	Module „Einführung in die Kernchemie“ und „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG §26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikum-begleitendes Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Besprechung sicherheitsrelevanter Details zu und Diskussion von Praktikumsversuchen.
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Tobias Reich
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Geowissenschaften, Master of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Chemie, Master of Science Physik
Sonstiges	Empfohlene Literatur: • P. Hoffmann, K. H. Lieser: Methoden der Kern- und Radiochemie, VCH 1991 • W. Stolz: Radioaktivität, Teubner, 2005 • H.-G. Vogt, H. Schultz: Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, Hanser, 2011

Modul WP - AC - Koord. Chem.	**WP - Koordinationschemie** *Coordination Chemistry*					[*Modul-Kennnummer*]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Koordinationschemie“	V	5 o. 6 (5 o. 6)	P	3	103,5 h	4,5
b) Übung begleitend zu a)	Ü	5 o. 6 (5 o. 6)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden
- können strukturiert Wissen zu den genannten Begriffen wiedergeben,
- können die grundlegenden Konzepte und Methoden beschreiben,
- können Teilinhalte eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen,
- können Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Teildisziplinen herstellen,
- können die erlernten Inhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen übertragen.

Inhalte

Elektronenkonfiguration der d- und f-Blockelemente, koordinative Bindung, Liganden, Strukturen, Nomenklatur, Isomerie, Komplexstabilität, Chelateffekt, Reaktivität, Substitutionsreaktionen, elektrochemische, magnetische und optische Eigenschaften, Kristallfeldtheorie, Ligandenfeldtheorie, Molekülorbitaltheorie; Koordinationschemie der Übergangsmetalle, Anwendungen von Koordinationsverbindungen in Materialwissenschaften, synthetischer Chemie, Medizin und biologischen Prozessen, Umweltaspekte.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Allgemeine Chemie“, „Anorganische Chemie – Haupt- und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie“, „Einführung in die Organische Chemie“, „Mechanismen in der Organischen Chemie“ und „Quantenmechanik, Spektroskopie und Charakterisierung“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Katja Heinze
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul MC1	**WP - Makromolekulare Chemie** ***Macromolecular Chemistry***					**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung Teil 1: „Synthese und Einsatz von Polymeren“ Teil 2: „Physikalische Chemie von Polymeren“	V	5 o. 6 (5 o. 6)	P	3	103,5 h	4,5
b) Übung begleitend zu a)	Ü	5 o. 6 (5 o. 6)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden erarbeiten die Grundlagen der Polymerchemie, Polymerisationstypen, Ketten- und Stufenwachstum. Ein Überblick zu relevanten Polymermaterialien sowie zu den zentralen Methoden der Polymercharakterisierung und grundlegenden Eigenschaften von Polymeren in Lösung sowie im Festkörper wird vermittelt.
Die Studierenden sind in der Lage:

- Grundlegende physikalische Eigenschaften und Materialeigenschaften von Polymeren und Besonderheiten von Polymeren im Vergleich zu anderen Materialklassen, insbes. zu niedermolekularen Verbindungen wiederzugeben.
- Sich die Grundlagen der Polymerchemie, Polymerisationstypen, Ketten- und Stufenwachstum zu erarbeiten,
- Polymerisationsmethoden kritisch zu beurteilen, sowohl hinsichtlich der erzielbaren Molekulargewichte als auch bezüglich der jeweiligen Limitationen die Polydispersität betreffend,
- Grundlegende Charakterisierungsmethoden kennen zu lernen und hinsichtlich ihrer Eignung für spezifische Fragestellungen zu bewerten
- Struktur und Dynamik von Makromolekülen konzeptionell zu erfassen und quantitativ zu diskutieren sowie makromolekulare Mehrstoffsysteme thermodynamisch zu beschreiben.

Inhalte

Allgemeine Grundlagen:

- Aufgaben der Polymerwissenschaften, Polymerstrukturen, Nomenklatur.
- Nachhaltigkeitsbetrachtung, Polymere Materialklassen und Anwendungsgebiete.

Polymersynthese:

- Polykondensation (Stufenwachstum), Carothers-Gleichung, Polymerisationen mit Kettenwachstum, radikalische und ionische Methoden der Polymersynthese, Kinetik, Kettenübertragung, Copolymerisation, Katalytische Polymerisation, Polyinsertion, Katalysatoren (Initiatoren).
- Polymerisation in Heterophase (Emulsion, Dispersion, Suspension).

Polymermodifizierung:

- Cellulose, Kautschuk, polymeranaloge Reaktionen.
- Kontrollierte und lebende Polymerisationsverfahren, Ringöffnungsreaktionen, Festphasensynthese.

Polymerstruktur:

- Polymerarchitektur, Konformation von Makromolekülen, Irrflug-Statistik, RIS-Modell, ideale und reale Kettenstatistik, Entropie-Elastizität, Flory-Exponent und Skalengesetze.

Molekulare Charakterisierung von Polymeren in Lösung:

- Kolligative Methoden, Gelpermeationschromatographie, Massenspektrometrie, statische Lichtstreuung.

Polymerdynamik:

- Rouse- und Zimm Modell.

Polymer-Thermodynamik:

- Flory-Huggins-Theorie, Phasendiagramme.

Polymere im festen Zustand: • Glasübergang, (Teil-)Kristallinität, Mesophasen, mechanische Charakterisierung.	
Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108) bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Holger Frey
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie, Master of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Chemie
Sonstiges	Empfohlene Literatur: • Tieke – Makromolekulare Chemie. Eine Einführung (Wiley). • Koltzenburg, Maskos, Nuyken – Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen (Springer) • Lechner, Gehrke, Nordmeier – Makromolekulare Chemie (Springer) • Seiffert – Physical Chemistry of Polymers: A Conceptual Introduction (DeGruyter)

Modul MC1 P	**WP - Praktikum Biomakromolekulare Chemie** ***Practical Course Biomacromolecular Chemistry***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Praktikum „Biomakromolekulare Chemie für Fortgeschrittene 1“	FPr	6 (6)	P	6	117 h	6

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Ein Überblick zu relevanten Polymersynthesemethoden und den grundlegenden Methoden der Polymercharakterisierung wird vermittelt.
Die Studierenden sind in der Lage:

- sich die Grundlagen der Polymerchemie, und der Polymerisationstypen zu erarbeiten,
- biomedizinisch relevante Polymere herzustellen,
- effektiv mit ihrer Zeit und den Ressourcen umzugehen, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren.

Inhalte

Es werden Praktikumsversuche aus folgenden Bereichen ausgewählt:
Experimente zur Polymersynthese: Radikalische Polymerisation, Polykondensation, lebende/kontrollierte Polymerisation, Copolymerisation, Polymerisation in Heterophase, Netzwerke; sowie Experimente zu biomimetischen Materialien, Modifikation von Biopolymeren, Siliconen und bioabbaubaren Polyestern.

Zugangsvoraussetzung(en)	Module „Makromolekulare Chemie“ und „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Holger Frey
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Modul Nachhaltige Chemie	**WP – Nachhaltige Chemie** ***Sustainable Chemistry***					***[Modul-Kennnummer]***
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Nachhaltige Chemie“	V	5 o. 6 (5 o. 6)	P	3	103,5 h	4,5
b) Übung begleitend zu a)	Ü	5 o. 6 (5 o. 6)	P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Das Modul vermittelt einen Überblick zum interdisziplinären Thema der Nachhaltigen Chemie. Die Studierenden lernen zentrale chemisch-technische Problemstellungen kennen und erlangen ein grundlegendes Verständnis über mögliche naturwissenschaftliche Lösungsansätze und deren kritische Beurteilung. Der Nachhaltigkeitsgedanke soll in den Köpfen der Studierenden verankert werden und das Umweltbewusstsein soll geschärft werden.

Inhalte

a)

- Definition Nachhaltige bzw. Grüne Chemie, Schlüssel-Prinzipien und einschlägige Konzepte sowie Bewertungskriterien (wie z.B. E-Faktor), Fachterminologien
- Umweltprobleme – Ursachen und Eindämmung (z.B. Erderwärmung, Luft- und Wasserverschmutzung, Persistenz und Restriktionen im Zusammenhang mit Rohstoffen)
- Vertiefung ausgewählter Konzepte wie Atomökonomie, effiziente Gestaltung von Stoffkreisläufen und “grüne” Lösungsmittel
- Erschließung alternativer und bessere Nutzung etablierter Ressourcen/Rohstoffe, Abfallverwertung (z.B. Recycling-/Upcycling-Strategien, biogene Restströme, Urban Mining)
- Entwicklungen für die nachhaltige Synthese; Katalyse (z.B. homogene und heterogene Katalyse, Phasentransfer-Katalyse, Biokatalyse/Biotransformation), reagenzfreie Konversionen (z.B. Photochemie, Elektrochemie, Mechanochemie)
- erneuerbare Energien, grüne/solare Brennstoffe, Energieumwandlung, Energiespeicherung und Energieflexibilität (z.B. Methanol- und Wasserstoff-Wirtschaft, Redox-Flow-Batterien)

b)

- Vertiefung des Vorlesungsstoffes und Anwendungen in Transferübungen
- Vergleich konventioneller Methoden/Prozesse mit neuen Ansätzen der nachhaltigen Chemie und deren Skalierbarkeit und technische Relevanz, Gruppenarbeiten und/oder eigenständige Präsentation verwandter Inhalte unter Verwendung aktueller Literatur

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Anorganische Chemie – Haupt-und Nebengruppenelemente, Einführung in die Koordinationschemie“, „Einführung in die Organische Chemie“, „Mechanismen in der Organischen Chemie“, „Analytische Chemie“ und „Physikalische Chemie - Thermodynamik/ Kinetik/ Elektrochemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108) bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	

Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Siegfried R. Waldvogel
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Nachhaltige Chemie P	**WP – Praktikum Nachhaltige Chemie** ***Laboratory Course Sustainable Chemistry***	**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Praktikum „Nachhaltige Chemie für Fortgeschrittene“	FPr	5 o. 6 (5 o. 6)	P	10	45,0 h	5
b) Exkursion „Nachhaltige Chemie“	E	5 o. 6 (5 o. 6)	P	1	19,5 h	1

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr, E
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a) Die Studierenden können unter Verwendung ressourcenschonender Arbeitstechniken und entsprechender Versuchsaufbauten Umwandlungen von Stoffen und Energie selbstständig nach Vorschriften durchführen. Die Studierenden beherrschen den theoretischen Hintergrund ihrer experimentellen Arbeiten und können ihre Experimente nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis dokumentieren. Die Studierenden können versuchsspezifische analytische Verfahren einsetzen, um den Erfolg ihrer Experimente zu überprüfen und zu dokumentieren. Die Studierenden sind weiterhin in der Lage, mit Gefahrstoffen unter Beachtung der geltenden Sicherheits- und Umweltvorschriften verantwortungsvoll und sicher umzugehen und die Umweltbilanz ihrer Umsetzungen zu beurteilen.
Ebenso beherrschen die Studierenden die Protokollierung wissenschaftlicher chemischer Experimente sowie sicheres und umweltbewusstes Arbeiten in chemischen Laboratorien.
b) Vorstellung des Verbundkonzeptes oder anderer innovativer technischer Strategien im Bereich der nachhaltigen industriellen Chemie am Beispiel einer Exkursion zu einem Industrieunternehmen oder einem Forschungsinstitut

Inhalte

a) Experimente zur nachhaltigen Chemie, unter anderem zu folgenden Aspekten:
- Nachwachsende Rohstoffe (Strukturmotive, Reststoffe, Gewinnung und Größenordnung)
- Energieumwandlung und -speicherung (z. B. Solarzelle, LEDs, Redox-Flow)
- Reagenzlose Aktivierung (z. B. Photochemie, Mechanochemie, Elektrosynthese, …),
- Katalytische Umsetzungen (z. B. homogen- oder heterogene Umwandlungen, Biokatalysen)
- Innovative Lösungsmittelkonzepte (z. B. lösungsmittelfreie Umwandlungen)
- Material- und ressourcenschonende Aufarbeitung/Trennung (z. B. Festphasenextraktion)
  Rückgewinnung von Ressourcen – Urban Mining (z. B. Kupfer, Zink, Phosphat, …)

b) Energetischer und stofflicher Verbund mit Exkursion zu einem Industrieunternehmen oder einer Institution (z. B. „zero-waste“, CO_2-neutrale Produktion)

Zugangsvoraussetzung(en)	Modul „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „WP - Nachhaltige Chemie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum und Exkursion
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Till Opatz
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul TPhys	**WP - Tierphysiologie** ***Animal Physiology***					**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Vorlesung „Physiologie, Neurobiologie und Verhalten der Tiere“	V	5 o. 6 (5 o. 6)	P	4	138 h	6
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)					

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- behandelten Inhalte der vegetativen Tierphysiologie und der Neurobiologie strukturiert wiederzugeben
- einschlägige Fachbegriffe zu definieren und diese mündlich wie schriftlich richtig anzuwenden
- die physiologischen Funktionen und das Zusammenspiel tierischer und menschlicher Zellen, Organe und Organsysteme und die Steuerung durch das Nervensystem und Hormonsystem zu beschreiben
- exemplarisch vermittelte tierphysiologische Prinzipien auf andere Mechanismen zu übertragen
- sich zum Thema Tierversuche kompetent zu äußern.

Inhalte

- Funktion und Interaktion von Organen
- ökophysiologische Anpassungen an extreme Lebensräume
- Regulation der Homöostase
- Biochemie von Enzymen
- Funktion und Wirkungsweise von Hormonen
- zelluläre Erregbarkeit, Erregungsvorgänge, neuronale Verarbeitungsmechanismen
- Sinnesphysiologie (z.B. Sehen, Hören, Gleichgewichtssinn, Schmecken, Riechen)
- Neurophysiologie, Lernen und Gedächtnis
- Verhaltensphysiologie, Orientierungsleistungen, innere Uhr
- Vorgänge bei Muskelkontraktion, Verdauung, Atmung und Kreislauf
- Leistungsphysiologie

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Roland Strauss
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie, Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Modul PPhys	**WP - Pflanzenphysiologie** ***Plant Physiology***					**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** **bei Studienbeginn WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Vorlesung „Pflanzenphysiologie“	V	5 o. 6 (5 o. 6)	P	4	138 h	6

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- die wichtigsten pflanzenphysiologischen Fachbegriffe zu definieren und mündlich wie schriftlich richtig anzuwenden
- physiologischen Prozesse und deren Koordination in Pflanzen und ihren Zellen korrekt zu beschreiben
- exemplarisch vermittelte physiologische Prinzipien auf andere Lebensvorgänge zu übertragen

Inhalte

- Funktionen der Kompartimente in Pflanzenzellen
- primäre und sekundäre Reaktionen der Photosynthese; C4- und CAM-Pflanzen
- photosynthetischer und dissimilatorischer Energiestoffwechsel
- Bildung, Transport, Speicherung und Mobilisierung von Assimilaten; Lipid-, Protein- und Kohlenhydrat-Stoffwechsel;
- Aufnahme und Transport von Mineralstoffen
- Stoffkreisläufe (insbesondere Stickstoffkreislauf)
- Aufbau und Funktion von Enzymen
- Regulation der Pflanzenentwicklung, Hormone, Samenkeimung; Pflanzenkrebs
- Lichtrezeptoren, Photomorphogenese, Anpassungen an abiotische Stressfaktoren
- Wasserhaushalt, Wassertransport und Pflanzenernährung

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Andreas Wachter
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie, Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Modul BP1	**WP - Pharmazeutische Biologie** ***Pharmaceutical Biology***						**[*Modul-Kennnummer*]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn WiSe (SoSe)		**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Pharmazeutische Biologie I, II oder III“	V	5. o 6 (5 o. 6)		P	2	69 h	3
b) Seminar „Biogene Arzneimittel (Antibiotika, Gentechnisch Hergestellte Arzneimittel)“	S	5. o 6 (5 o. 6)		P	2	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit	S						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
a) und b) Die Studierenden sind in der Lage, • grundlegende theoretische Kenntnisse der Pharmazeutischen Biologie einzuordnen und wiederzugeben.							
Inhalte							
a) Arzneipflanzen, biogene und nicht biogene Arzneistoffe, Biotechnologie, Krebsentstehung b) Antibiotika, Pflanzliche Zytostatika, gentechnisch hergestellte Arzneimittel, pflanzliche Sekundärstoffe, technische Methoden der Pharmazeutischen Biologie							
Zugangsvoraussetzung(en)							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108) bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)						
Häufigkeit des Angebots	a) Jedes Semester (I, II und III im Wechsel) b) Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht	Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Thomas Efferth						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biomedizinische Chemie						
Sonstiges							

Modul PBP	**WP - Praktikum Pharmazeutische Biologie** ***Practical Course in Pharmaceutical Biology***					[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Praktikum „Pharmazeutische Biologie III: Biologische und Phytochemische Untersuchungen“	FPr	6 (6)	P	6	117 h	6
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	FPr					
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sind in der Lage, • pflanzliches Drogenmaterial nach deren Inhaltsstoffen aufzutrennen, die Ergebnisse auszuwerten und diese zu bewerten. • grundlegenden molekularbiologische Techniken anzuwenden.						
Inhalte						
Biologische und phytochemische Untersuchungen von Arzneipflanzen, Identifizierung von pflanzlichen Drogen nach dem Arzneibuch (DC), MS, HPLC, Isolierung von genomischer DNA, PCR, Transformation.						
Zugangsvoraussetzung(en)	Module „WP - Pharmazeutische Biologie“ und „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester					
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum					
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Thomas Efferth					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biomedizinische Chemie					
Sonstiges						

Modul WP-TC	**WP - Theoretische Chemie** ***Theoretical Chemistry***						[***Modul-Kennnummer***]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	**6 LP = 180 h**						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**		**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Theoretische Chemie“	V	5 o. 6 (5 o. 6)		P	3	103,5 h	4,5
b) Übung begleitend zu a)	Ü	5 o. 6 (5 o. 6		P	1	34,5 h	1,5

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse der Grundlagen im Bereich der Theoretischen Chemie. Sie können wichtige Bestimmungsgleichungen quantenchemischer Methoden nennen und die entsprechenden Herleitungen grob skizzieren. Sie sind in der Lage algorithmisch orientierte Flussdiagramme zu erstellen und numerische Aspekte quantenchemischer Verfahren zu diskutieren. Sie können verschiedener Techniken zur Behandlung großer Systeme (im Rahmen von rein quantenchemischen Methoden, Multiskalenansätzen bzw. Molekülmechanik) nennen und gegeneinander abgrenzen. Sie können erklären wie die für große Systeme notwendige statistische Beschreibung unter Berücksichtigung von Temperatureffekten mithilfe von Molekulardynamik möglich ist und können die notwendigen Schritte einer Molekulardynamiksimulation beschreiben. Die Studierenden können sich spezielle Themen der Theoretischen Chemie selbstständig erarbeiten.

Inhalte

- Quantenmechanische Beschreibung von Mehrelektronensystemen: Schrödinger-Gleichung, Born-Oppenheimer-Näherung, Slater-Determinanten, Hartree-Fock-Theorie, LCAO-Ansatz, Roothaan-Hall-Gleichungen
- Elektronenkorrelation: Konfigurationswechselwirkung, Møller-Plesset-Störungstheorie, Coupled-Cluster Theorie
- Dichtefunktionaltheorie: Hohenberg-Kohn-Theoreme, Kohn-Sham-Ansatz, Austausch-Korrelationsfunktionale
- Molekulare Mechanik: Kraftfeldmethoden
- QM/MM-Methoden und Lösemitteleffekte
- Molekulare Dynamik: statistische Grundlagen, Ergodentheorem, Algorithmen zur numerischen Lösung der Newtonschen Gleichungen, Analyse molekulardynamischer Trajektorien

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Mathematik für Chemiker*innen“, „Physik für Chemiker*innen“ und „Computerchemie / Molecular Modelling“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Jürgen Gauß
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science Chemie
Sonstiges	

Modul Tox1	**WP - Toxikologie 1** ***Toxicology 1***					**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Allgemeine Toxikologie“	V	5 o. 6 (5 o. 6)	P	2	69 h	3
b) Seminar „Molekulare und Zelluläre Toxikologie“	S	5 o. 6 (5 o. 6)	P	2	69 h	3

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	S
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

a) Die Studierenden sind in der Lage,

- die Grundlagen der menschlichen Organsysteme und des Nervensystems zu erklären, soweit dies zum Verständnis der Wirkung der behandelten Toxine relevant ist.
- die behandelten biogenen und nicht-biogenenToxine zu nennen und deren molekularen Wirkungsmechanismen zu erklären.
- die Symptomatik der unterschiedlichen Vergiftungen zu beschreiben
- ihr Wissen anwenden, um anhand der Symptomatik auf eine spezielle Vergiftung und das auslösende Toxin zu schließen und (theoretisch) eine geeignete Therapie durchzuführen.
- ihr Wissen anwenden, um aktuelle Themen in den Medien einschätzen zu können. Hierzu gehören Themen wie Belastung mit Feinstaub, Krebserregenden Substanzen, neue psychoaktive Substanzen, welche für die Öffentlichkeit relevant sind.

b) Die Studierenden sind in der Lage,

- Originalveröffentlichungen aus dem Bereich der molekularen Toxikologie selbstständig aufzuarbeiten, die Daten der Originalveröffentlichungen mündlich zu präsentieren, zu bewertet und im Rahmen der Gruppe kritisch zu diskutieren

Inhalte

a)

- Grundlagen der Toxikologie
- Giftwirkungen (Rezeptortheorie, systemische Gifte, Konzentationsgifte, Summationsgifte etc)
- Chemische Mutagenese und Kanzerogenese, Gentoxine
- Schwermetalle, Lösungsmittel, Alkohole,
- Biologische Toxine (Pflanzen-, Bakterien-, Nahrungstoxine, Tiertoxine)
- Biozide, Toxische Arzneimittel, Toxikologie des Drogenkonsums,
- Therapie der Vergiftung

b) Im Seminar werden die Themen chemische Mutagenese und Kanzerogenese weitergeführt und aktuelle Originalveröffentlichungen aus dem Bereich der Genotoxikologie besprochen. Hierzu gehören Themengebiete wie Altersforschung (Seneszenz), Mechanismen der Zytotoxizität, Mechanismen der Krebsentstehung, zelluläre Antwort auf genotoxischen Stress, DNA Reparatur.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“ und „Anatomie und Physiologie des Menschen“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch

Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108) bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Markus Christmann
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Modul ToxP	**WP - Toxikologie 2** ***Toxicology 2***	**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	**6 LP = 180 h**	
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**	

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Praktikum „Molekulare Methoden der Toxikologie“	FPr	6 (/)	P	6	117 h	6

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	FPr
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	Klausur (30 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- Mechanismen der DNA-Reparatur zu nennen und zu erklären.
- Mechanismen des Zelltodes zu nennen und zu erklären.
- toxische Wirkung von Strahlung und chemischen Genotoxinen zu nennen und die molekularen Mechanismen zu erklären.
- toxikologisch relevante Untersuchungen (Bestimmung der Zytotoxizität und der Genotoxizität, Expressionsanalysen, mikroskopische Untersuchungen) durchzuführen.
- die Durchführung und Ergebnisse der praktischen Untersuchungen angemessen zu protokollieren und auszuwerten.

Inhalte

Im Rahmen des Praktikums sollen die Studenten weiterführende theoretische Kenntnisse über Mechanismen der Mutagenese, Genotoxizität, DNA-Reparatur und Zelltodmechanismen, sowie praktisches Wissen bezüglich toxikologisch relevanter Techniken erlangen. Überbegriffe sind:

- Mechanismen der Zytotoxizität (Apoptose, Nekrose, Autophagie, ..)
- Untersuchung von genotoxische Wirkungen: SCE, Aberrations, Punktmutationsassay
- Toxizitäts- und Mutagenitätsassays, Ames-Test
- Transkriptionelle und epigenetische Regulationsmechanismen
- Prinzipien der toxikologischen Risikoermittlung
- molekulare Ursachen des Alterns
- postranslationale Modifikation von Proteinen

Zugangsvoraussetzung(en)	Module „Toxikologie 1“ und „Allgemeine Chemie Praktikum und Instrumentelle Methoden“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“ und „Zellbiologie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Nur im Sommersemester
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Univ.-Prof. Dr. Markus Christmann
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Modul Immun1	**WP - Immunologische Grundlagen** ***Immunological Principles***					**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
a) Vorlesung „Immunologische Grundlagen“	V	6 (5)	P	2	69 h	3
b) Seminar begleitend zu a)	S	6 (5)	P	2	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	In der Regel Klausur (90 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)					

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- Grundlegende Zusammenhänge der Immunologie und eng verwandter Disziplinen wie Genetik und Molekularbiologie wiederzugeben
- Die Bedeutung immunologischer Phänomene und aktuellen klinischen Therapieansätzen herzustellen
- Die besondere Bedeutung der immunologischen Forschung für die Entwicklung von Therapien gegen Krebs, Allergien und Autoimmunerkrankungen nachzuvollziehen
- Ein (vorgegebenes) immunologisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren
- Immunologische Themen angemessen zu diskutieren.

Inhalte

Vorlesung und Seminar schließen folgende Themen ein:

- Organe und Zellen des Immunsystems; Hämatopoese
- Mechanismen der angeborenen Immunität
- Entwicklung und Funktion von B-Zellen und Antikörpern
- Entwicklung und Funktion von T-Zellen
- Toleranzmechanismen
- Bedeutung des Haupthistokompatibilitätskomplexes und der Antigenprozessierung
- Genetische Modelle in der Immunologie
- Signaltransduktion in Lymphocyten
- Mucosales Immunsystem
- Mechanismen der Infektionsabwehr

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module „Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“ und „Zellbiologie“
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 6/108) bzw. 0/114 (oder falls ein Praktikum als WP gewählt wird 0/108)
Häufigkeit des Angebots	Nur im Sommersemester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	apl. Prof. Dr. Michael Stassen
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biologie, Master of Science Biomedizin, Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	Vorlesungen finden in der ersten Semesterhälfte statt, gefolgt von den Seminaren in der zweiten Hälfte

Modul Immun2	**WP - Praktische Übungen Immunologie** ***Practical Exercises in Immunology***					**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Praktische Übung „Immunologie“	Ü	6 (5)	P	8	96 h	6

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	Ü
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage,

- grundlegende immunologische Arbeitstechniken anzuwenden
- weitgehend selbstständig anhand von Kursanleitungen immunologische Experimente durchzuführen
- die Ergebnisse ihrer Experimente in angemessener Form zu dokumentieren und korrekt auszuwerten, auch mittels grundlegender statistischer Methoden
- einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen
- die den Versuchen zu Grunde liegende Theorie wiederzugeben und zu erklären

Inhalte

In den Übungen werden folgende Inhalte experimentell bearbeitet:

- Quantifizierung von Cytokinen mittels ELISA und qRT-PCR
- Nachweis der Mediatorfreisetzung aus aktivierten Mastzellen
- Bestimmung der Aktivität von Reportergenen
- Identifikation und Anreicherung definierter Zellpopulationen mittels FACS und MACS
- Blutgruppenserologie
- Anreicherung und Aktivierung von Granulocyten

Zugangsvoraussetzung(en)	Modul „WP - Immunologische Grundlagen“
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Unbenotet
Häufigkeit des Angebots	Nur im Sommersemester in der vorlesungsfreien Zeit
Begründung der Anwesenheitspflicht	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), praktische Übung
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	apl. Prof. Dr. Michael Stassen
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science Biologie, Master of Science Biomedizin, Master of Science Biomedizinische Chemie
Sonstiges	Anmeldung im laufenden Semester erforderlich; Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit

Modul MatNat2	**WP - Mathematik für Naturwissenschaftler II**					**[Modul-Kennnummer]**
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	**WP**					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	**6 LP = 180 h**					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	**1 Semester**					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	**Art**	**Regelsemester** bei Studienbeginn **WiSe (SoSe)**	**Verpflich-tungsgrad**	**Kontaktzeit (SWS)**	**Selbststudium**	**Leistungs-punkte**
Vorlesung/ Übung Mathematik für Naturwissenschaftler II (Vorlesung 2 SWS / Übung 2 SWS)	V/Ü	2 (3)	P	4	92 h	6

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	Klausur zur Vorlesung Mathematik für Naturwissenschaftler 2 (120 min) Zugangsvoraussetzung für die Klausuren: erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen
Grundverständnis zentraler Konzepte und Begrifflichkeiten der Mathematik Gefühl für die Lösbarkeit mathematischer Problemstellungen sowie die Kenntnis grundlegender Lösungstechniken für solche Aufgaben Fähigkeit, naturwissenschaftliche Fragestellungen in mathematische Begriffe zu überführen und präzise zu formulieren
Inhalte
Funktionen mehrerer Variablen, inklusive der Diskussion von Kurven und Flächen sowie eine Hinführung auf die entsprechenden Konzepte der Differential- und Integralrechnung; der Divergenzsatz und seine Anwendungen in den Naturwissenschaften.

Zugangsvoraussetzung(en)	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Erfolgreicher Abschluss des Moduls Mathematik für Naturwissenschaftler I
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/180
Häufigkeit des Angebots	Nur im Sommersemester
Begründung der Anwesenheitspflicht	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Hanke-Bourgeois (Institut für Mathematik)
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	B. Sc. Chemie, B. Sc. Biomedizinische Chemie
Sonstiges	

Bemerkungen

Ausgehend von einer bestimmte Anzahl ECTS werden je nach Art einer Veranstaltung unterschiedlichen Umrechnungsfaktoren verwendet, um die SWS zu berechnen.

Allgemein gilt: 1 ECTS korrespondiert zu 30h Gesamtworkload (Zeitstunden),
1 SWS entspricht pro Semester 10,5h Präsenzzeit (14 Wochen à 0,75h)

SWS	1	2	3	4
Präsenzzeit	10,5h	21h	31,5h	42h

Vorlesungen und/oder Übungen
Es wird ein Faktor von 1,5 angesetzt, d.h. 2 SWS Vorlesung oder Übungen entsprechen 3 ECTS.

4,5 ECTS	3 SWS (z.B. 2V+1Ü), 31,5h Präsenzzeit, 103,5h Selbststudium, 135h Gesamtworkload
6,0 ECTS	4 SWS (z.B. 3V+1Ü), 42h Präsenzzeit, 138h Selbststudium, 180h Gesamtworkload
7,5 ECTS	5 SWS (z.B. 3V+2Ü), 52,5h Präsenzzeit, 172,5h Selbststudium, 225h Gesamtworkload

Praktika
Es wird ein Faktor von 0,50 oder 0,75 oder 1,00 angesetzt, je nach Umfang der Vor- und Nachbereitung z.B. mit Protokollen, …

6,0 ECTS	Faktor 0,50	12 SWS, 126h Präsenzzeit, 54h Selbststudium, 180h Gesamtworkload
		z.B. 10 Wochen à 12,6h
7,5 ECTS	Faktor 0,50	15 SWS, 157,5h Präsenzzeit, 67,5h Selbststudium, 225h Gesamtworkload
		z.B. 10 Wochen à 15h
7,5 ECTS	Faktor 0,75	10 SWS, 105h Präsenzzeit, 120h Selbststudium, 225h Gesamtworkload
		z.B. 10 Wochen à 10,5h
6,0 ECTS	Faktor 1,00	6 SWS, 63h Präsenzzeit, 117h Selbststudium, 180h Gesamtworkload
		z.B. 10 Wochen à 6,3h

Seminare
Es wird ein Faktor von 1,0 oder 1,5 angesetzt, je nach Umfang der Vor- und Nachbereitung z.B. mit Vorträgen, neuer Lernstoff, …

1,0 ECTS	Faktor 1,0	1 SWS, 10,5h Präsenzzeit, 19,5h Selbststudium, 30h Gesamtworkload
2,0 ECTS	Faktor 1,0	2 SWS, 21h Präsenzzeit, 39h Selbststudium, 60h Gesamtworkload
1,5 ECTS	Faktor 1,5	1 SWS, 10,5h Präsenzzeit, 34,5h Selbststudium, 45h Gesamtworkload
3,0 ECTS	Faktor 1,5	2 SWS, 21h Präsenzzeit, 69h Selbststudium, 90h Gesamtworkload

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AAS	Atomabsorptionsspektrum
AES	Atomemissionsspektrum
allg.	allgemein
BMC	Biomedizinische Chemie
bzw.	beziehungsweise
CLP	Classification, Labelling and Packaging
DNA	Desoxyribonucleinsäure
ECTS / LP	European Credit Transfer System / Leistungspunkt
EMK	Elektromotorische Kraft
ESR	Elektronenspinresonanz
FLP	Frustrierte Lewis-Paare
FPr	Fortgeschrittenen Praktikum
GC	Gaschromatographie
ggf.	gegebenenfalls
HPLC	high performance liquid chromatography
inkl.	inklusive
IR	infrarot
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LLCT	Ligand-Ligand-Charge-Transfer
LMCT	Ligand-Metall-Charge-Transfer
MLCT	Elektromotorische Kraft
MMCT	Metall-Metall-Charge-Transfer
MO	Molekülorbital
NMR	Nuclear Magnetic Resonance
P	Pflicht
Pr	Praktikum
RGT	Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur
RIS	Rotatonal Isomeric State
S	Seminar
SCF	Self-consistent field
SWS	Semesterwochenstunden
u.a.	unter anderem
Ü	Übung
UV	ultraviolett
V	Vorlesung
Vis	visible
VO	Verordnung
WP	Wahlpflicht
z.B.	zum Beispiel