

# Modulhandbuch

## Bachelor Studiengang Molekulare Biotechnologie

Modul: Chemie für Studierende der Molekularen Biotechnologie .....	1
Modul: Zell- und Mikrobiologie.....	5
Modul: Physik für Studierende der Molekularen Biotechnologie.....	7
Modul: Mathematik und Biostatistik .....	8
Modul: Physiologie .....	10
Modul: Instrumentelle Analytik für Studierende der Molekularen Biotechnologie .....	12
Modul: Biochemie 1.....	14
Modul: Genetik.....	16
Modul: Mykologie .....	17
Modul: Anatomie und Physiologie .....	18
Modul: Biochemie 2.....	20
Modul: Bioinformatik .....	22
Modul: Klinische Chemie und Grundlagen der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie .....	24
Modul: Bioethik und industrielle Forschung.....	26
Modul: Molekulare Mikrobiologie .....	28
Modul: Biotechnologie .....	29
Modul: Projektarbeit .....	30
Modul: Bachelorarbeit.....	31

## Modul: Chemie für Studierende der Molekularen Biotechnologie

Gegenstand des Moduls Chemie für Studierende der Molekularen Biotechnologie ist die Vermittlung theoretischer und praktischer Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie sowie der Organischen Chemie.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	630 h	3 Semester	1., 2. und 3. Semester	21 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung: Chemie für Pharmazeuten I: Allgemeine und analytische Chemie der anorg. Arznei-, Hilfs- und Schadstoffe</b>	4 SWS (42 h)	138 h	6 LP
	<b>b) Übungen zur Vorlesung Chemie für Pharmazeuten I</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>c) Vorlesung: Chemie für Pharmazeuten II: Grundlagen der organischen Chemie</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>d) Praktikum: Chemie für Studierende der Molekulare Biotechnologie</b>	10 SWS (105 h)	45 h	5 LP
	<b>e) Seminar zum Praktikum Chemie für Studierende der Molekulare Biotechnologie</b>	1 SWS (10,5 h)	19,5 h	1 LP
	<b>f) Vorlesung: Chemie für Pharmazeuten III: Organische Chemie der Arznei-, Hilfs- und Schadstoffe</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<b>Zu a und b)</b>			
	Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis von Stoffen, Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen. Die Studierenden sind in der Lage,			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten Begriffe der chemischen Fachsprache zu definieren</li> <li>• komplexe anorganisch-chemische Strukturformeln und Komplexe richtig zu benennen</li> <li>• Stöchiometrie und chemisches Rechnen zu beherrschen</li> <li>• chemische Reaktionsgleichungen (insbesondere von Redoxreaktionen) stöchiometrisch korrekt zu formulieren</li> <li>• die Darstellung von anorganischen Salzen herzuleiten</li> <li>• Fachwissen aus dem Bereich der Allgemeinen Chemie und der Anorganischen Chemie sinnvoll anzuwenden</li> <li>• grundlegende Konzepte und Methoden der Chemie zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Bedeutung einzuordnen</li> <li>• Konzepte in der Chemie auf konkrete Aufgabenstellungen anzuwenden</li> <li>• chemische Inhalte eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen</li> <li>• grundlegende Modellvorstellungen in der Chemie zu bewerten</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und zu verwandten Fachgebieten herzustellen</li> <li>• die gelernten Vorlesungsinhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen zu übertragen</li> <li>• sich verständlich und in wissenschaftlich korrekter Terminologie auszudrücken und zu präsentieren</li> <li>• das vermittelte Wissen im Rahmen des Kenntnisstandes kritisch zu hinterfragen.</li> </ul>			
	<b>zu c)</b>			
	Die Studierenden sind in der Lage,			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Modelle und Konzepte zur chemischen Bindung zu verstehen und auf organische Moleküle zu übertragen.</li> <li>• die wichtigsten funktionellen Gruppen, Strukturelemente und Verbindungsklassen zu erkennen und ihre Eigenschaften und Reaktivität zu erklären.</li> <li>• Prinzipien der Synthesen, Retrosynthesen und Eigenschaften von Stoffklassen zu erklären</li> <li>• Reaktionstypen- und Mechanismen zu erkennen und erläutern</li> <li>• einschlägige Fachbegriffe der organischen Chemie richtig zu verwenden</li> <li>• grundlegende Reaktionstypen und Synthesen auf unbekannte Aufgabenstellungen anzuwenden</li> <li>• Inhalte der organischen Chemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen</li> <li>• erworbenes Fachwissen aus dem Bereich der allgemeinen Organischen Chemie sinnvoll anzuwenden</li> <li>• sich verständlich und mit einer wissenschaftlich korrekten Terminologie zu präsentieren</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Fachgebieten herzustellen</li> <li>• das vermittelte Wissen im Rahmen des Kenntnisstandes kritisch zu hinterfragen und wesentliche Inhalte der organischen Chemie wiederzugeben</li> <li>• das Gefahrenpotenzial von organisch-chemischen Verbindungen und Reaktionen abzuschätzen</li> </ul>			
	<b>Zu d) und e)</b>			

Die Studierenden sind in der Lage,

- Anorganisch- und organisch-chemische Experimente sicher und eigenständig durchzuführen
- Sicherheitsvorschriften zu beachten und Risiken abzuschätzen
- die den Versuchen zugrundeliegenden chemischen Reaktionsgleichungen aufzustellen
- die Analytik von anorganischen Salzen (Kationen und Anionen) herzuleiten
- die hierfür relevanten Reaktionsgleichungen stöchiometrisch korrekt zu formulieren
- Kationen und Anionen aus einem Gemisch zu bestimmen
- Störungen bei der Analytik von Kationen und Anionen zu erkennen
- Reaktionsansätze stöchiometrisch korrekt zu berechnen
- definierte Substanzen nasschemisch zu quantifizieren
- Versuche korrekt und ausführlich zu dokumentieren und zu bewerten
- Synthesevorschriften zu recherchieren
- einfache organische Moleküle darzustellen

**Zu f)**

Die Studierenden in der Lage,

- Inhalte eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen
- erworbenes Fachwissen aus dem Bereich der Organischen Chemie sinnvoll anzuwenden
- die wichtigsten funktionellen Gruppen, Strukturelemente und Verbindungsklassen zu erkennen und ihre Eigenschaften und Reaktivität zu erklären
- Prinzipien der Synthesen, Retrosynthesen und Eigenschaften von Stoffklassen zu erklären
- Reaktionstypen- und Mechanismen zu erkennen und zu erläutern
- grundlegende Reaktionstypen und Synthesen auf unbekannte Aufgabenstellungen anzuwenden
- sich verständlich und mit einer wissenschaftlich korrekten Terminologie zu präsentieren
- Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und zu verwandten Fachgebieten herzustellen
- das vermittelte Wissen im Rahmen des Kenntnisstandes kritisch zu hinterfragen, wesentliche Inhalte der organischen Chemie wiederzugeben.
- das Gefahrenpotenzial von organisch-chemischen Verbindungen und Reaktionen abzuschätzen
- einschlägige Fachbegriffe der organischen Chemie richtig zu verwenden

4. Inhalte

**a) und b)**

Grundbegriffe der Chemie, physikalische Größen, mikroskopischer Aufbau der Materie, Welle-Teilchen-Dualismus, Atombau und Elementarteilchen, Aufbauprinzip des Periodensystems, Stöchiometrie, Konzepte der chemischen Bindung (kovalente, ionische, metallische Bindung, H-Brücken), Orbitale, Strukturen molekularer und ausgedehnter Systeme, VSEPR, Isomerie, Energetik chemischer Reaktionen (Gibbs-Helmholtz, Born-Haber), Elektronenstruktur, Atomeigenschaften, Chemisches Gleichgewicht (Massenwirkungsgesetz, LeChatelier), Redox-Reaktionen und elektrochemische Potentiale, Säure-Base-Theorien, Dissoziationskonstanten, Löslichkeit und Komplexgleichgewichte, Kinetik (Aktivierungsenergie, Reaktionsordnung, Katalysatoren), empirische Gasgesetze, kinetische Gastheorie, Phasendiagramme, Aggregatzustände, Kondensierte Phasen, Lösungen, Thermodynamik, Elektrochemie, Wasserstoff, Edelgase, Halogene, Chalkogene, Stickstoffgruppe, Kohlenstoffgruppe, Borgruppe, Metalle und Metallkomplexe, Toxikologie

**zu c)**

- Einleitung: Grundbegriffe, Symbole und Pfeile, Moleküldarstellungsweisen und -struktur, Synthese-Strategien, Thermodynamik und Kinetik, Molekülorbitalmodell, Hybridisierung, valenzungesättigte Kohlenstoffspezies, Elektronegativität und Bindungsarten, Oxidationen und Reduktionen, grundlegende Reaktionstypen: Addition, Eliminierung, Substitution, Umlagerung; funktionelle Gruppen.
- Alkane: homologe Reihe, Nomenklatur, Reste, Trivialnamen, Strukturebenen zur molekularen Beschreibung, Rotationen, Torsionswinkelbeschreibungen, Cycloalkane, Ringspannungen, Eigenschaften, Synthesen und Reaktionen.
- Alkene: cis-trans, Nomenklatur, Reste,  $\sigma$ - und  $\pi$ -Bindung, Synthesen (u.a. Eliminierung), Reaktionen (u.a. Bromierung), Eigenschaften, regioselektive Orientierung der elektrophilen Addition, kumulierte, konjugierte und isolierte Doppelbindungen, 1,2- und 1,4-Addition von Halogenen und Halogenwasserstoff.
- Alkine: Dreifachbindung, CH-Acidität, Eigenschaften, Synthesen und Reaktionen.
- Alkylhalogenide: Systematisierung, Eigenschaften, Synthesen und Reaktionen, Kohlenstoff-Halogen-Bindung.
- Alkohole: Systematisierung, Kalottenmodelle, SN1- und SN2-Reaktionen am gesättigten C-Atom: Nucleophilie und Basizität, protische und aprotische Lösungsmittel, ambidente Nucleophile, Abgangsgruppen, Einflussfaktoren, Eigenschaften, Synthesen (u.a. Reduktionen und Grignard-Reaktion) und Reaktionen.
- Ether: Eigenschaften, cyclische Ether, Synthesen und Reaktionen (u.a. Autoxidation).
- Aromaten: Charakteristika (u.a. Hückel-Regel), Resonanzenergie, elektrophile aromatische Substitution SEAr, induktive und mesomere Effekte, polycyclische Aromaten, kinetische und thermodynamische Kontrolle, Nucleophile aromatische Substitution SNAr.
- Aldehyde und Ketone: Carbonylgruppe, Trivialnamen, Synthesen (u.a. Friedel-Crafts-Acylierung), nucleophile Additionen (u.a. Acetale, Corey-Seebach-Synthese, Cyanhydrine, Oxime, Hock-Phenol-Synthese, Beckmann-Umlagerung, Benzoin-Addition; Keto-Enol-Tautomerie, Aldolreaktion, Cannizzaro-Reaktion, Michael-Addition, elektrophile Substitution, Bromierung, Haloform-Reaktion; Chinone
- Carbonsäuren und -Derivate: Carboxylgruppe, Trivialnamen, Eigenschaften, Acidität, Synthesen (u.a. Malonestersynthese), Reaktionen; Ester: Alkohololyse, SN2t, Hydrolyse, Lactone, Fette; Carbonsäurechloride: Synthesen und Reaktionen; Anhydride: Synthesen und Reaktionen, Amide: Amid-Gruppe, Synthesen und Reaktionen; Nitrile: Cyano-Gruppe, Synthese (u.a. Kolbe-Nitril-Synthese), Reaktionen.

- Amine: Trivialnamen, Eigenschaften (u.a. Basizität), Synthesen (u.a. Gabriel-Synthese und Hofmann-Abbau, Leuckart-Wallach-Reaktion), Eliminierungen:  $\alpha$ ,  $\beta$ , E1, E2, E1cB, Einflussfaktoren, Hofmann-/Saytzev-Produkte, Mannich-Reaktion, Verhalten gegenüber salpetriger Säure, quartäre Ammoniumverbindungen, Reaktionen.

**Zu d)** Qualitative und quantitative anorganische Analytik; organische Synthese:

- Laborsicherheit
- Laborgeräte, Wiegen, Volumenmessungen
- einfache chemische Experimente zu Stöchiometrie, Säuren/Basen,
- Salzen, pH-Wert, Redoxreaktionen, Fällungsgleichgewichte, Löslichkeitsprodukt
- Experimentaldesign
- qualitative Analysen: Identifikation von Anionen und Kationen aus Gemischen
- quantitative Analysen: Quantifizierung mittels u.a. Säure-Base- und Redox-Titrationen, Gravimetrie
- Puffersysteme
- Löslichkeit, Lipophilie, Verteilung, Trennungsgänge
- Chemisches Gleichgewicht und Katalyse
- Spektroskopie
- Chromatographische Trennverfahren
- Organische Synthese
- Aufreinigungsverfahren, u.a. Umkristallisation, Destillation

**Zu e)**

Die Seminare zum Praktikum umfasst die Sicherheitsunterweisung, Einweisungen in Versuchsdurchführungen, Arbeitstechniken und Reinigungsoperationen, sowie die Übertragung des Vorlesungsstoffs in die konkrete Laborpraxis.

Diskussion grundlegender Themen, einschließlich Stöchiometrie, pH-Wert, Redoxreaktionen, Löslichkeitsprodukt, Strukturen.

**zu f)**

- Schwefelverbindungen: Thiole, Swern-Oxidation
- Substituierte Carbonsäuren: Halogen-, Hydroxy-, Amino-, Oxocarbonsäuren, Trivialnamen, Eigenschaften, Synthesen, Reaktionen, u.a. Hell-Volhard-Zelinsky-Reaktion, Darzens-Synthese, Strecker-Synthese, Claisen-Kondensation
- Radikalreaktionen: Radikalerzeugung, Stabilität, Hyperkonjugation, Reaktionswege, Addition, Substitution, u.a. Wohl-Ziegler-Reaktion, Hunsdiecker-Reaktion, Phasentransferkatalyse, Kronenether
- Polymere: Radikal-, ionische-, koordinative Polymerisation, Polykondensation und -addition,
- Heterocyclische Verbindungen: Trivialnamen, Eigenschaften, Synthesen, Reaktionen von  $\pi$ -elektronenreichen und -armen Heterarenen, u.a. Paal-Knorr-Synthese, Hantzsch-Synthesen, CDI, Fischer-Indol-Synthese, Skraup-Chinolin-Synthese, Bischler-Napieralski-Isochinolin-Synthese, Nucleinsäure-Bausteine
- Metallorganische Verbindungen: Bindungstypen, Eigenschaften, Darstellungen, Reaktionen organischer Mg-, Li-, Zn-, B-, P-, Ti- und Si-Verbindungen, HSAB-Prinzip, Metathese, Pd-katalysierte Reaktionen.
- Nichtbenzoide Aromaten:  $\pi$ -MO,  $2\pi$ -,  $6\pi$ -,  $10\pi$ -Systeme, u.a. Tropon, Ferrocen, Azulene, Antiaromaten.
- Kohlenhydrate: Mono-, Disaccharide, reduzierend, nicht-reduzierend, Glycoside.
- Pericyclische Reaktionen: Orbitalsymmetrien, HOMO-LUMO, Regioselektivität thermisch, photochemisch, electrocyclische Reaktionen, Cycloadditionen (u.a. Diels-Alder-Reaktion) sigmatrope Umlagerungen, En-Reaktionen, chelotrope Reaktionen.

5. Verwendbarkeit des Moduls

B. Sc. Molekulare Biotechnologie

6. Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme

7. Zugangsvoraussetzung(en)

Für die Klausur zu a): regelmäßige Teilnahme an den Übungen

Zu d) Bestandene Klausur zur Vorlesung „Chemie für Pharmazeuten I: Allgemeine und analytische Chemie der anorg. Arznei-, Hilfs- und Schadstoffe“

8. Leistungsüberprüfungen

*8.1. Aktive Teilnahme*

d) Praktikum: mündliche Antestate (Einzel- oder Gruppengespräche), Durchführung, Dokumentation, Auswertung und Diskussion vorgegebener Experimente(Protokolle), Erfolgreich bearbeitete Analysen und Synthesen.

e) Seminare: Kurzreferat, Bearbeitung von Übungsaufgaben

*8.2. Studienleistung(en)*

*8.3. Modulprüfung*

Zwei Modulteilprüfungen:

a) Klausur zur Vorlesung Chemie für Pharmazeuten I: Allgemeine und analytische Chemie der anorg. Arznei-, Hilfs- und Schadstoffe (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)

b) Eine Klausur zu den Inhalten der Vorlesungen Chemie für Pharmazeuten II: Grundlagen der organischen Chemie und Chemie für Pharmazeuten III: Organische Chemie der Arznei-, Hilfs- und Schadstoffe (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)

9. Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen

21 von 156 Leistungspunkten

10.	<p>Häufigkeit des Angebots</p> <p>a – c und f in jedem Semester</p> <p>d) und e) 1x im Jahr (Sommersemester, vorlesungsfreie Zeit)</p>
11.	<p>Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende</p> <p>a) und b) <u>Prof. Dr. Tanja Schirmeister</u>, Dr. Christian Kersten</p> <p>c) und f) <u>Prof. Dr. Mark Helm</u>, Dr. Thomas Lemster</p> <p>d) und e) <u>Prof. Dr. Tanja Schirmeister</u>, Dr. Christian Kersten</p>
12.	<p>Sonstige Informationen</p>

## Modul: Zell- und Mikrobiologie

Grundlegende Prinzipien des Aufbaus und der Lebenszyklen von Pro- und Eukaryoten werden vermittelt.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360h	1 Semester	1. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung: Mikrobiologie</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Übung: Mikrobiologische Übungen</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>c) Vorlesung: Zellbiologie</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>d) Übung: Zellbiologische Übungen</b>	3 SWS (31,5 h)	58,5 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der behandelten Inhalte der Zell- und Mikrobiologie durch Lösen einschlägiger Aufgaben sicher und strukturiert zu demonstrieren</li> <li>• die wichtigsten Fachbegriffe zu definieren und in den richtigen Kontext einzuordnen</li> <li>• die besonderen Merkmale der Bakterien auflisten; den Aufbau einer Bakterienzelle, die Funktion der bakteriellen Zellbestandteile und die Stoffwechselleistungen von Bakterien zu beschreiben</li> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise eukaryotischer Zellen darzustellen</li> <li>• unter Anleitung mikrobiologische Experimente durchzuführen; deren Ergebnisse korrekt darzustellen und zu interpretieren</li> <li>• die wichtigsten Sicherheitsbestimmungen in biotechnologischen Labors zu benennen</li> <li>• die Bedeutung der Bakterien in der Natur und für den Menschen zu bewerten</li> <li>• eukaryotische Zellen, Zellverbände und Zellbestandteile mikroskopisch zu erkennen und zu untersuchen</li> </ul>			
4.	Inhalte <b>a) und b) Mikrobiologie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer Bakterienzelle; mikroskopische Methoden</li> <li>• Identifizierung und Kulturtechniken von Bakterien</li> <li>• Nachweis von Mutationen; Stoffwechselfysiologie von Bakterien</li> <li>• Regulation bei Bakterien; Aufbau und Eigenschaften von Bakteriophagen</li> </ul> <b>c) und d) Zellbiologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterien des Lebens; Biochemie/Biomoleküle/Proteinfaltung; Methoden zellbiologischer Forschung</li> <li>• Grundlagen zu Bau und Funktionen prokaryotischer und eukaryotischer Zellen</li> <li>• Struktur und Funktion von biologischen Membranen und Zellorganellen</li> <li>• zelluläre Bewegungsmechanismen, Zellzyklus, Mitose, Meiose, Genexpression,</li> <li>• Proteinbiosynthese, Endosymbiontentheorie, Mitochondrien, Chloroplasten</li> <li>• Mikroskopie, einschl. Probenvorbereitung und zeichnerischer Darstellung</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	d) Klausur zur Vorlesung Zellbiologie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
8.	Leistungsüberprüfungen:			
	<b>8.1. Aktive Teilnahme</b> b) Durchführung, Dokumentation, Auswertung und Diskussion vorgegebener Experimente d) Dokumentation der Präparate (Zeichnungen) <b>8.2. Studienleistung(en)</b>			
	<b>8.3. Modulprüfung</b>			
	Zwei Modulteilprüfungen:			
	a) Klausur zur Vorlesung Mikrobiologie (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
	c) Klausur zur Vorlesung Zellbiologie (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	12 von 156 Leistungspunkten			

10.	Häufigkeit des Angebots
	a) und b) nur im WS c) in jedem Semester d) nur im WS, als Block in der vorlesungsfreien Zeit
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende
	a), b) und c) Prof. Dr. Thines, Prof. Dr. Heermann, Prof. Dr. Unden d) Prof. Dr. D. Schneider
12.	Sonstige Informationen
	d) als Blockübung in der vorlesungsfreien Zeit

## Modul: Physik für Studierende der Molekularen Biotechnologie

Gegenstand der Veranstaltung *Physik* sind die physikalischen Grundlagen der Mechanik, von Schwingungen und Wellen, der Wärmelehre sowie Elektrizität und Magnetismus.

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	270 h	1 Semester	1. Semester	9 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung: Physik für Biologen und Geowissenschaftler</b>	4 SWS (42 h)	138 h	6 LP
	<b>b) Übung: Physik für Biologen und Geowissenschaftler</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die physikalischen Grundlagen von Alltagsphänomenen zu benennen</li> <li>• die Bedeutung physikalischer Prozesse für biologische Vorgänge zu beurteilen</li> <li>• die einschlägigen Fachbegriffe zu definieren und korrekt zu verwenden</li> <li>• physikalische Vorgänge phänomenologisch und mittels der geeigneten Formeln zu beschreiben</li> <li>• sichere und strukturierte Kenntnisse der behandelten physikalischen Inhalte wiederzugeben und durch Lösen einschlägiger Aufgaben zu demonstrieren</li> </ul>			
4.	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung (Physikalische Größen und Einheiten, Messfehler)</li> <li>• Mechanik starrer Körper (Vektoren/Skalare, Bewegungslehre, Kräfte, Impuls, Drehbewegungen, Arbeit/Energie/Leistung)</li> <li>• Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen (Hydrostatik, Oberflächenspannung, Kapillarität, Strömungen, Reale Fluide: Viskosität)</li> <li>• Schwingungen und Wellen (Mechanische Schwingungen, Wellen, Wellen im Raum, Geometrische Optik)</li> <li>• Wärmelehre (Temperatur und Wärmemenge, Ausdehnung von Festkörpern und Flüssigkeiten, Wärmeübertragung, Gasgesetze, Wärme als Energie, Aggregatzustände)</li> <li>• Elektrizität und Magnetismus (Elektrische Ladung und Feld, Potential und Spannung, Elektrischer Strom und Widerstand, Magnetismus, Materie im Magnetfeld).</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie, B. Sc. Biologie, B. Sc. Molekulare Biologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
8.	Leistungsüberprüfungen			
	8.1. Aktive Teilnahme			
	Bearbeitung der Übungsaufgaben			
	8.2. Studienleistung(en)			
	8.3. Modulprüfung			
	Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	Das Modul geht nicht in die Endnote ein.			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	In jedem Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Univ.-Prof. Dr. Michael Ostrick			
13.	Sonstige Informationen			



## Modul: Mathematik und Biostatistik

In der Veranstaltung *Mathematik* werden die Mathematikinhalte der Sekundarstufe II aufgefrischt und vertieft, um für die darauf aufbauende Veranstaltung *Biostatistik* gerüstet zu sein. Die behandelten mathematischen und statistischen Kenntnisse bilden die Grundlagen für das Modul *Bioinformatik*.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)	
	270h	2 Semester	1. und 2. Semester	9 LP	
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen		Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung: Mathematik für Pharmazeuten</b>		2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Vorlesung / Übung Biostatistik</b>		4 SWS (42 h)	138 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen				
	Zu b) Kombination aus Vorlesung und Übung				
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen				
	Zu a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• zentrale Konzepte und Begrifflichkeiten der Mathematik zu verstehen</li> <li>• die Lösbarkeit mathematischer Problemstellungen zu erkennen und Lösungstechniken anzuwenden</li> <li>• naturwissenschaftliche Fragestellungen in mathematische Begriffe zu überführen und präzise zu formulieren</li> <li>• mathematische Fehler sowie statistische Unterschiede zu berechnen und zu bewerten</li> </ul>				
	Zu b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Verfahren der Biostatistik zu klassifizieren</li> <li>• sich im konkreten Fall für das korrekte biostatistische Verfahren zu entscheiden</li> <li>• Rechenaufgaben sicher zu lösen und das biostatistische Ergebnis zu bewerten</li> <li>• einfache statistische Programme anzuwenden</li> <li>• einfache mathematische Umformungen und algebraische Formeln im richtigen Kontext anzuwenden</li> </ul>				
4.	Inhalte				
	<b>a) Mathematik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Exponential- und Logarithmusfunktionen</li> <li>• Analysis (Differential- und Integralrechnung)</li> <li>• einfache Differentialgleichungen</li> <li>• Modellierungen in der Pharmakokinetik</li> <li>• Fehlerrechnung</li> <li>• Regressionsrechnung</li> <li>• Grundlagen der beurteilenden Statistik</li> </ul>				
	<b>b) Biostatistik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Biostatistik, stöchiometrische Gleichungen</li> <li>• ausgewählte Aspekte der Analysis und Algebra</li> <li>• Rechenübungen in Biostatistik und Stöchiometrie</li> <li>• einfache Anwendungen der Analysis und Algebra</li> </ul>				
5.	Verwendbarkeit des Moduls				
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie				
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme				
7.	Zugangsvoraussetzung(en)				
8.	Leistungsüberprüfungen				
	8.1. Aktive Teilnahme				
	8.2. Studienleistung(en)				
	a) Klausur zur Vorlesung Mathematik für Pharmazeuten (120 min)				
	b) Klausur zur Vorlesung/Übung Biostatistik (60 min)				
	8.3. Modulprüfung				

9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen Das Modul geht nicht in die Endnote ein.
10.	Häufigkeit des Angebots a) in jedem Semester b) in jedem Semester
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende a) Mathematik: Eduard Memmesheimer b) Biostatistik: Univ.-Prof. Dr. Achim Klenke
12.	Sonstige Informationen

## Modul: Physiologie

Das Modul vermittelt grundlegende Prinzipien der Physiologie von Tieren und Pflanzen.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360	1 Semester	2. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	a) Vorlesung: Physiologie, Neurobiologie und Verhalten der Tiere	4 SWS (42 h)	138 h	6 LP
	b) Vorlesung: Pflanzenphysiologie	4 SWS (42 h)	138 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>behandelten Inhalte der vegetativen Tierphysiologie und der Neurobiologie strukturiert wiederzugeben</li> <li>einschlägige Fachbegriffe zu definieren und diese mündlich wie schriftlich richtig anzuwenden</li> <li>die physiologischen Funktionen und das Zusammenspiel tierischer und menschlicher Zellen, Organe und Organsysteme und die Steuerung durch das Nervensystem und Hormonsystem zu beschreiben</li> <li>exemplarisch vermittelte tierphysiologische Prinzipien auf andere Mechanismen zu übertragen</li> <li>sich zum Thema Tierversuche kompetent zu äußern.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>die wichtigsten pflanzenphysiologischen Fachbegriffe zu definieren und mündlich wie schriftlich richtig anzuwenden</li> <li>physiologischen Prozesse und deren Koordination in Pflanzen und ihren Zellen korrekt zu beschreiben</li> <li>exemplarisch vermittelte physiologische Prinzipien auf andere Lebensvorgänge zu übertragen</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktion und Interaktion von Organen</li> <li>ökophysiologische Anpassungen an extreme Lebensräume</li> <li>Regulation der Homöostase</li> <li>Biochemie von Enzymen</li> <li>Funktion und Wirkungsweise von Hormonen</li> <li>zelluläre Erregbarkeit, Erregungsvorgänge, neuronale Verarbeitungsmechanismen</li> <li>Sinnesphysiologie (z.B. Sehen, Hören, Gleichgewichtssinn, Schmecken, Riechen)</li> <li>Neurophysiologie, Lernen und Gedächtnis</li> <li>Verhaltensphysiologie, Orientierungsleistungen, innere Uhr</li> <li>Vorgänge bei Muskelkontraktion, Verdauung, Atmung und Kreislauf</li> <li>Leistungsphysiologie</li> </ul>			
	b) <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionen der Kompartimente in Pflanzenzellen</li> <li>primäre und sekundäre Reaktionen der Photosynthese; C4- und CAM-Pflanzen</li> <li>photosynthetischer und dissimilatorischer Energiestoffwechsel</li> <li>Bildung, Transport, Speicherung und Mobilisierung von Assimilaten; Lipid-, Protein- und Kohlenhydrat-Stoffwechsel; Aufnahme und Transport von Mineralstoffen</li> <li>Stoffkreisläufe (insbesondere Stickstoffkreislauf)</li> <li>Aufbau und Funktion von Enzymen</li> <li>Regulation der Pflanzenentwicklung, Hormone, Samenkeimung; Pflanzenkrebs</li> <li>Lichtrezeptoren, Photomorphogenese, Anpassungen an abiotische Stressfaktoren</li> <li>Wasserhaushalt, Wassertransport und Pflanzenernährung</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Modul Zell- und Mikrobiologie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			

	<p>8-1 Aktive Teilnahme</p> <p>8.2. Studienleistung(en)</p>
	<p>8.3. Modulprüfung</p> <p>Zwei Modulteilprüfungen:</p> <p>a) Klausur zur Vorlesung: Physiologie, Neurobiologie und Verhalten der Tiere (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>b) Klausur zur Vorlesung Pflanzenphysiologie (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)</p>
9.	<p>Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen</p> <p>12 von 156 Leistungspunkten</p>
10	<p>Häufigkeit des Angebots</p> <p>a) und b) in jedem Semester</p>
11.	<p>Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende</p> <p>a) Prof. Dr. Strauß</p> <p>b) Prof. Dr. Wachter</p>
12.	<p>Sonstige Informationen</p>

## Modul: Instrumentelle Analytik für Studierende der Molekularen Biotechnologie

Aufbauend auf dem Modul Chemie für Studierende der Molekularen Biotechnologie werden die Möglichkeiten der instrumentellen Analytik anorganischer und organischer Moleküle behandelt.

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)	
	180	2 Semester	2. und 3. Semester	6 LP	
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen		Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Einführung in die Instrumentelle Analytik I</b>		1,5 SWS (15,75 h)	74,25 h	3 LP
	<b>b) Vorlesung Einführung in die Instrumentelle Analytik II</b>		1,5 SWS (15,75h)	74,25 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen				
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen <b>a) und b)</b> Die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Inhalte der Vorlesung korrekt wiederzugeben</li> <li>• Inhalte eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen</li> <li>• erworbenes Fachwissen aus dem Bereich der instrumentellen Analytik sinnvoll anzuwenden</li> <li>• sich verständlich und in wissenschaftlich korrekter Terminologie zu präsentieren</li> <li>• physikalische Grundlagen der instrumentellen Methoden und ihren Zusammenhang mit den modernen Methoden der Stoff-Charakterisierung zu verstehen</li> <li>• Aufbau und Funktionsweisen von Spektrometern, Detektoren und Chromatographiesystemen zu verstehen und korrekt zu beschreiben</li> <li>• physikochemische analytische Methoden auf anorganische und organische Verbindungen sowie Arzneistoffe anzuwenden</li> <li>• anorganische und organische Stoffe instrumentell-analytisch zu charakterisieren</li> <li>• Spektren und Chromatogramme korrekt zu interpretieren</li> <li>• unterschiedliche Methoden der instrumentellen Analyse zu kombinieren</li> <li>• einschlägige Fachbegriffe der instrumentellen Analytik richtig zu verwenden</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Fachgebieten herzustellen</li> <li>• das vermittelte Wissen im Rahmen des Kenntnisstandes kritisch zu hinterfragen</li> </ul>				
4.	Inhalte <b>a)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektroskopie Einführung</li> <li>• AAS &amp; AES</li> <li>• UV-Vis Spektroskopie</li> <li>• Fluorimetrie</li> <li>• Refraktometrie</li> <li>• Polarimetrie</li> <li>• IR &amp; Raman-Spektroskopie</li> <li>• NMR Spektroskopie</li> </ul> <b>b)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktivität</li> <li>• Massenspektrometrie</li> <li>• Elektrophorese</li> <li>• Einführung in die Chromatographie</li> <li>• Gaschromatographie</li> <li>• Flüssigchromatographie</li> </ul>				
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie				
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Bestandene Klausur zur Vorlesung Chemie für Pharmazeuten I: Allgemeine und analytische Chemie der anorganischen Arznei-, Hilfs- und Schadstoffe, Teilnahme an Vorlesung Chemie für Pharmazeuten II: Grundlagen der organischen Chemie, bestandenes Modul Physik für Studierende der Molekularen Biotechnologie				
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine				
8.	Leistungsüberprüfungen <b>8.1 Aktive Teilnahme</b>				

	8.2. Studienleistung(en)
	8.3. Modulprüfung
	Eine Klausur (60 min) zu den Inhalten der Vorlesungen Einführung in die Instrumentelle Analytik I und II. Die Klausur wird in jedem Semester angeboten.
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen
	6 von 156 Leistungspunkten
10.	Häufigkeit des Angebots
	a) im WS
	b) im SoSe
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende
	a) und b) Prof. Dr. Mark Helm, Dr. Thomas Lemster
12.	Sonstige Informationen

## Modul: Biochemie 1

Im Modul lernen die Studierenden die Grundprinzipien der Biochemie und der Bioenergetik kennen. Begleitend zur Vorlesung erarbeiten Studierende jeweils ein Thema der Biochemie und stellen dieses im Rahmen eines Seminarvortrags vor. Im Biochemischen Grundpraktikum werden anschließend wichtige biochemische Stoffklassen kennengelernt und gängige biochemische Arbeitstechniken angewandt. Das Seminar zum Praktikum behandelt die jeweils behandelte Stoffklasse und die angewandten Arbeitstechniken.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360	2 Semester	3. und 4. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung: Einführung in die Biochemie</b>	2 SWS (21 h)	99 h	4 LP
	<b>b) Seminar zu a)</b>	2 SWS (21 h)	39 h	2 LP
	<b>c) Praktikum Biochemie 1 (Fortgeschrittenenpraktikum)</b>	7 SWS (73,5 h)	76,5 h	5 LP
	<b>d) Seminar zu c)</b>	1 SWS (10,5 h)	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>a) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Inhalte der Biochemie und fachverwandter Gebiete wie Physiologie, Zellbiologie und Molekularbiologie wiederzugeben und zu gliedern</li> <li>• die fachspezifische Terminologie sinngebend einzusetzen</li> <li>• Zusammenhänge und Unterschiede zwischen biochemischen Vorgängen aufzuzeigen</li> </ul> <p>b) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein (vorgegebenes) biochemisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren</li> </ul> <p>c) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende biochemische Arbeitstechniken anzuwenden</li> <li>• mit verschiedenen biochemischen Stoffklassen experimentell umzugehen</li> <li>• weitgehend selbstständig anhand von Kursanleitungen biochemische und zellbiologische Experimente durchzuführen</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Experimente in angemessener Form zu dokumentieren und korrekt auszuwerten</li> <li>• einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen</li> </ul> <p>d) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die den Versuchen zu Grunde liegende Theorie wiederzugeben und zu erklären</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	<p>a) und b): Die Inhalte der Vorlesung und des Seminars schließen ein:  Zelle, molekulare Evolution, Prinzipien der Biochemie, Intra- und intermolekulare Wechselwirkung in Biomolekülen, Aminosäuren, Peptidbindung, Methoden zur Erforschung von Proteinen, Evolution von Proteinstrukturen, Proteinfaltung, Chaperone, Allosterische Proteine, Enzymkinetik, -struktur und -mechanismen, Kohlenhydratmetabolismus, Glycolyse, Gluconeogenese, Citratcyclus, Atmungskette, Photosynthese, Proteinabbau, Aminosäurestoffwechsel, Koordination des Stoffwechsels, Lipide und Membranen, Membrantransport, Lipoproteine, Lipidstoffwechsel, Cholesterin, DNA-Struktur, DNA-Replikation, Genetischer Code, Transkription, Translation, Gentechnik</p> <p>c) und d):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nukleinsäuren 1: Genetischer Fingerabdruck</li> <li>• Nukleinsäuren 2: RNA</li> <li>• Nukleinsäuren 3: Plasmide</li> <li>• Proteine 1: Enzymkinetik</li> <li>• Proteine 2: Zellfraktionierung und Leitenzyme</li> <li>• Proteine 3: Proteinfractionierung</li> <li>• Proteine 4: SDS-Polyacrylamid Gelelektrophorese</li> <li>• Proteine 5: Proteolyse</li> <li>• Kohlenhydrate: Auftrennung und Analyse</li> <li>• Lipide: Extraktion, Fraktionierung und Analyse</li> <li>• Zellen: Grundlagen der Zellbiologie</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie, B.Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			

7.	Zugangsvoraussetzung(en) Zugangsvoraussetzungen für c) und d): bestandene Klausur zu a)
8.	Leistungsüberprüfungen <i>8.1 Aktive Teilnahme</i> b) Vortrag und Diskussion zu einem vorgegebenen Thema. c) und d) Durchführung, Dokumentation, Auswertung und Diskussion vorgegebener Experimente (Protokolle) <i>8.2. Studienleistung(en)</i>  <i>8.3. Modulprüfung</i> Klausur zu a) und b) (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 12 von 156 Leistungspunkten
10.	Häufigkeit des Angebots jedes Semester
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Dirk Schneider, Prof. Dr. Gerald Gimpl, Prof. Dr. Ute Hellmich, PD Dr. Rolf Postina
12.	Sonstige Informationen Bei Nichtbestehen des Praktikums (c) darf dieses maximal zweimal wiederholt werden.



## Modul: Genetik

Im Modul werden grundlegende Prinzipien der Genetik vermittelt.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	270	1 Semester	3. Semester	9 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	a) Vorlesung: Genetik	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	b) Genetische Übungen	4 SWS (42 h)	138 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse der behandelten Inhalte der allgemeinen und molekularen Genetik durch sicheres und strukturiertes Lösen einschlägiger Aufgaben zu demonstrieren</li> <li>• die einschlägigen Fachbegriffe zu definieren und in den richtigen Kontext zu stellen</li> <li>• genetische Prinzipien und Methoden auf aktuelle biologische Sachverhalte und Fragestellungen bezogen anzuwenden</li> <li>• die Bedeutung humangenetischer Erkenntnisse für Gesundheitsfragen richtig einzuschätzen</li> <li>• unter Anleitung molekulargenetische und genetische Experimente durchzuführen, deren Ergebnisse korrekt darstellen und zu interpretieren</li> <li>• die wichtigsten Sicherheitsbestimmungen für gentechnische Experimente aufzulisten und zu ethischen Fragen in Zusammenhang mit dem Einsatz der Gentechnik kritisch Stellung zu nehmen.</li> </ul>			
4.	Inhalte a) und b) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendelsche Genetik und Weiterentwicklung, Populationsgenetik</li> <li>• Chromosomen, Chromatin, Mitose, Meiose</li> <li>• DNA- und Genomstruktur, Replikation und Rekombination von DNA</li> <li>• Mutagenese und DNA-Reparatur</li> <li>• Genregulation und Genexpression in Pro- und Eukaryoten</li> <li>• Entwicklungsgenetik</li> <li>• Gentechnologie und Gentransfer</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Modul Zell- und Mikrobiologie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
8.	Leistungsüberprüfungen 8.1 <i>Aktive Teilnahme</i> b) : Durchführung, Dokumentation, Auswertung und Diskussion vorgegebener Experimente (Protokolle) 8.2. <i>Studienleistung(en)</i> 8.3. <i>Modulprüfung</i> Klausur zur Vorlesung Genetik (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 9 von 156 Leistungspunkten			
10.	Häufigkeit des Angebots a) und b) nur im WS			
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende a) und b) Dr. Thomas Löffler			
12.	Sonstige Informationen			

## Modul: Mykologie

Aufbauend auf den Kenntnissen der Mikrobiologie, Zellbiologie und Physiologie werden Grundlagen und spezielle Aspekte der Mykologie vermittelt.

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180	1 Semester	3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung: Mykologie</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Exkursion Mykologie</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>die Grundlagen der Mykologie korrekt wiederzugeben</li> <li>neben theoretischem Wissen auch Formenkenntnisse bei Exkursionen zu beschreiben</li> <li>aktuelle Fragestellungen der Mykologie zu bewerten</li> </ul>			
4.	Inhalte a): Überblick über das System der Pilze und die wichtigsten Taxa. Bei der Auswahl der Organismen stehen praxisrelevante Aspekte (Phytopathogene, Biotechnologie, etc.) im Vordergrund.  b) Während drei eintägigen Exkursionen wird eine Einführung in die Merkmalsvielfalt und Biodiversität einheimischer Pilzarten gegeben. Die ökologische Anpassung von Asco- und Basidiomyceten in Waldbiotopen wird demonstriert.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Module: Zell- und Mikrobiologie, Physiologie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine			
8.	Leistungsüberprüfungen <i>8.1 Aktive Teilnahme</i> b) Exkursionsteilnahme <i>8.2. Studienleistung(en)</i>  <i>8.3. Modulprüfung</i> Klausur zur Vorlesung Mykologie (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6 von 156 Leistungspunkten			
10.	Häufigkeit des Angebots a) und b) 1x jährlich, nur im WS			
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende a) und b) Dr. Anja Schöffler, Dr. Volker Schmitt			
12.	Sonstige Informationen			

## Modul: Anatomie und Physiologie

Aufbauend auf den Grundlagen der Physiologie steht hier insbesondere die Anatomie und Physiologie des Menschen im Mittelpunkt.

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)	
	180	2 Semester	3./4. Semester	6 LP	
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen		Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Anatomie und Physiologie I</b>		2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Vorlesung Anatomie und Physiologie II</b>		2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen				
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen zu Aufbau und Funktion des menschlichen Körpers wiederzugeben</li> <li>• die morphologischen und funktionellen Einheiten des Körpers zu erklären</li> <li>• die dazugehörigen körpereigenen Steuerungsmechanismen und Signalübertragungsmechanismen zu erläutern</li> </ul>				
4.	Inhalte a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blut: Bestandteile und Funktion im Überblick, Plasmaeiweiße, Parameter des roten Blutbildes, Leukozyten, Abwehr, Blutgruppen, Hämostase</li> <li>• Atmung: Funktionelle Anatomie des Respirationstraktes, Atembewegung, Atmungsmuskulatur, Atemmechanik, Druckverhältnisse, Atmungswiderstände, Arterialisierung und Atemgastransport im Blut, Atmungsregulation</li> <li>• Niere: Makroskopische und mikroskopische Anatomie, Glomeruläre Filtration, Tubuläre Transportprozesse, Harnkonzentrierungsmechanismen, regulatorische Leistungen, Clearance und Funktionstest</li> <li>• Elektrolyt-, Wasser- und Säure-Basen-Haushalte: Kompartimentierung der Körperflüssigkeiten, Elektrolytverteilung in den Flüssigkeitskompartimenten, Wasser- und Elektrolytbilanz, Puffersysteme des Blutes</li> <li>• Energie- und Wärmehaushalt: Begriffsdefinitionen: Energie, Arbeit, Leistung; Kalorimetrie, Grundumsatz, Energiebilanz</li> <li>• Muskelphysiologie: Makroskopische Struktur und Feinbau des Skelettmuskels, Ruhemembran- und Aktionspotential, elektromechanische Kopplung, mechanische Eigenschaften des Skelettmuskels, Feinbau und besondere Funktionen des glatten Muskels</li> </ul> b) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herz-Kreislauf-System: Makro- und mikroskopische Struktur des Herzens, elektrische Erregungsvorgänge am Herzen, Elektrokardiogramm, Herzmechanik, Klappenbewegung, funktionelle Anatomie der Blutgefäße, Funktion zentraler und peripherer Arterien, Blutdruckmessung, Funktion der Arteriolen, kapillarer Stoffaustausch, Niederdrucksystem, Kreislaufregulation</li> <li>• Gastrointestinaltrakt: Larynx und Pharynx, Magen, Darm und Pankreas, Leber und Galle, Nährstoffe und Resorption</li> <li>• Hormonales System: Hypothalamisch-hypophysäres System, Schilddrüse, Nebenschilddrüse, Nebenniere, Pankreas, Gewebshormone und andere Hormonsysteme</li> <li>• Sexualfunktionen und Schwangerschaft: Bau und Funktion der Sexualorgane, Sexualhormone und Menstruationszyklus, Konzeption und Frühphase der Schwangerschaft, embryonale und foetale Entwicklungsphase, Geburt</li> <li>• Nervensystem: Makro- und mikroskopischer Aufbau des Nervensystems, Grundlagen von Diffusionspotentialen, Grundlagen der elektrischen Erregung, Einteilung von Nervenfasern, synaptische Übertragung, motorisches System, Reflexe, vegetatives Nervensystem, Pharmakologie vegetativer Synapsen</li> </ul>				
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie, B. Sc. Biomedizinische Chemie				
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Vorlesung: Physiologie, Neurobiologie und Verhalten der Tiere				
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine				
8.	Leistungsüberprüfungen 8.1 Aktive Teilnahme 8.1. Studienleistung(en) 8.3. Modulprüfung Eine Klausur über die Inhalte beider Vorlesungen (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min). Die Klausur wird in jedem Semester angeboten.				

9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6 von 156 Leistungspunkten
10.	Häufigkeit des Angebots a) 1x jährlich im Sommersemester b) 1x jährlich im Wintersemester
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende <u>PD Dr. S. Walenta</u>
12.	Sonstige Informationen Das Modul kann jedes Semester begonnen werden, da die Vorlesungen Anatomie und Physiologie I und II nicht aufeinander aufbauen. D.h. bei Beginn im Wintersemester wird zunächst die Vorlesung Anatomie und Physiologie II gehört.

## Modul: Biochemie 2

Aufbauend auf bereits gelernten biochemischen Inhalten erwerben die Studierenden im Modul Biochemie 2 spezielle Fachkenntnisse im Gebiet Biochemie und angrenzender Gebiete wie der Zellbiologie und Gentechnik. Die Inhalte werden in Form der Vorlesung Biochemie 2 erarbeitet.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180	1 Semester	4. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen <b>Vorlesung: Biochemie 2 (Molekulare und zelluläre Biochemie)</b>	Kontaktzeit 4 SWS (42 h)	Selbststudium 138 h	Leistungspunkte 6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche Inhalte der zellulären Biochemie, der Molekularbiologie und angrenzender Gebiete wiederzugeben</li> <li>Prinzipien der Genregulation und gentechnologischer Experimente zu erklären und zu bewerten</li> <li>Prinzipien der Signaltransduktion zuzuordnen und zu erklären</li> <li>einschlägige Fachbegriffe der zellulären Biochemie richtig einzusetzen</li> <li>Chance und Risiken der Gentechnik zu bewerten, dazu einen eigenen Standpunkt zu entwickeln bzw. dies in ihrer eigenen Arbeit zu berücksichtigen</li> <li>das in biochemischen, zell- und molekularbiologischen Lehrbüchern behandelte Sachwissen sowie die in internationalen Fachjournalen publizierte Primärliteratur kritisch zu beurteilen</li> </ul>			
4.	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanismen der zellulären Signaltransduktion, Signalwege, Rezeptoren, Genom</li> <li>Transkriptionsregulation, Epigenetik, Stammzellen</li> <li>Gentransfer in Zellen und Organismen, Plasmide, Phagen, Transfektionsmethoden; Expressionssysteme</li> <li>RNA Strukturen, Ribozym, Spliceosom, RNAsen, Riboswitches</li> <li>angeborene und adaptive Immunität, Hämatopoiese, Phagocytose, Toll-like Rezeptoren,</li> <li>B- und T-Zell Rezeptoren, Cytokine, Immunglobuline, MHC, monoklonale Antikörper, Autoimmunität</li> <li>Rezeptoren, Membrandomänen, Caveolae, Ligandbindung, G Protein gekoppelte Rezeptoren (GPCR), Arrestine</li> <li>GPCR-assoziierte Krankheiten, heterotrimere G Proteine, Signalabschaltung, Adenylatzyklasten, Phospholipasen</li> <li>Second messenger (cAMP, cGMP, Ca<sup>2+</sup>, NO, Inositolphosphate), Guanylylcyclasen, PI3K/Akt-Weg</li> <li>Proteinkinase-Familien, PKA, PKC, Calmodulin, CaM-Kinasen</li> <li>Rezeptortyrosinkinasen, Wachstumsfaktoren, Cytokin-Rezeptoren, TGFβ-Smad, Jak-STAT-Weg</li> <li>Ras-Familie, MAP-Kinasen, regulierte Proteolyse, Sekretasen, Notch Signalweg, SREBP</li> <li>Nucleäre Rezeptoren (Steroidrezeptoren, Retinoid-X-Rezeptoren, Toll-like Rezeptoren)</li> <li>Membrantransport, Signalsequenzen, Translokation zu Organellen, Proteinsortierung</li> <li>Proteinmodifikationen, Unfolded Protein Response, sekretorischer Weg, Hormonprozessierung</li> <li>Cytoskelett (Mikrotubuli, Actin-, Intermediärfilamente), Actin-bindende Proteine, Dynamik</li> <li>Zell-Zell, Zell-Matrix-Verbindungen, extrazelluläre Matrix, Zelladhäsion</li> <li>Zellzyklus und Apoptose: Cycline, CDKs, IAPs, Bcl-Proteine, Caspasen, Apoptosom, TNF, FasR</li> <li>Neuronale Signaltransduktion: Grundlagen in Elektrophysiologie, Ionenkanäle</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Modul Zell- und Mikrobiologie, Vorlesung Einführung in die Biochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine			
8.	Leistungsüberprüfungen 8.1 Aktive Teilnahme 8.2 Studienleistung(en) 8.3 Modulprüfung Klausur zur Vorlesung Biochemie 2 (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6 von 156 Leistungspunkten			
10.	Häufigkeit des Angebots			

	1x jährlich, im Sommersemester
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Dirk Schneider, Prof. Dr. Gerald Gimpl, Prof. Dr. Ute Hellmich, PD Dr. Rolf Postina
12.	Sonstige Informationen

## Modul: Bioinformatik

Das Modul umfasst biostatistische und bioinformatische Inhalte.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180	1 Semester	4. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Bioinformatik</b>	1 SWS (10,5 h)	49,5 h	2 LP
	<b>b) Übung Bioinformatik</b>	3 SWS (31,5 h)	88,5 h	4 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden besitzen eine sichere und strukturierte Kenntnis der behandelten biostatistischen und bioinformatischen Inhalte. Sie können diese Kenntnis durch praktische Übungen (z.B. am Computer) und durch Lösen einschlägiger Aufgaben demonstrieren; wichtige Fachbegriffe der Bioinformatik definieren; die wichtigsten Methoden zur Entschlüsselung und Annotation von DNA- und Proteinsequenzen benennen; diese Methoden in Grundzügen erklären; Datenbanken für wissenschaftliche Literatur sowie DNA- und Protein-Sequenzen benennen und verwenden; einfache Methoden der Erstellung molekular-phylogenetischer Stammbäume benennen und verwenden; Verfahren der Biostatistik klassifizieren; sich im konkreten Fall für das korrekte biostatistische Verfahren entscheiden; die entsprechenden Rechenaufgaben sicher lösen; das biostatistische Ergebnis bewerten; einfache Anwendungen statistischer Programme durchführen.			
4.	Inhalte <b>a) und b) Bioinformatik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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“);</li> <li>• Literaturdatenbanken und Literatursuche</li> <li>• 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</li> <li>• Generkennung und Genannotation, Hidden Markov Modelle (Prinzip und Anwendung), Genombrowser, und ENCODE-Daten, Motifsuchen in Nukleotidsequenzen</li> <li>• Molekulare Phylogenie: Multiples Sequenzalignment, Evolutionsmodelle, Methoden der Stammbaum-Rekonstruktion</li> <li>• Analyse von Proteinstrukturen, Sekundärstrukturvorhersage, Homologiemodellierung, Methoden der Proteomforschung</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Bestandenes Modul Genetik, bestandenes Modul Mathematik und Biostatistik für Studierende der Molekularen Biotechnologie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Abgeschlossenes Modul Genetik			
8.	Leistungsüberprüfungen			
	8.1. Aktive Teilnahme			
	b) Bearbeitung der Aufgabenstellungen			
	8.2. Studienleistung(en)			
	8.3. Modulprüfung			
	Klausur zu a und b) (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6 von 156 Leistungspunkten			
10.	Häufigkeit des Angebots			
	Nur im Sommersemester als Block in der vorlesungsfreien Zeit.			
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			

	Prof. Dr. Hankeln (Modulbeauftragter) , Die Lehrenden der Molekulargenetik, Bioinformatik, Zoologie und der allgemeinen Botanik
12.	Sonstige Informationen
	a) und b): Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit.



## Modul: Klinische Chemie und Grundlagen der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie

Aufbauend auf den Grundlagen der anorganischen und organischen Chemie sowie auf den Grundlagen der Biochemie erwirbt der Studierende im Modul Klinisch Pharmazeutische Chemie spezielle Fachkenntnisse im Gebiet Pharmazeutische/medizinische Chemie. Bereits vorhandenes Grundlagenwissen soll einfließen in die Entwicklung und in das Design neuer Wirkstoffe. Protein-Ligand-Wechselwirkungen und physikalisch-chemische Parameter von Wirkstoffen als Grundlage ihrer pharmakologischen Wirkung, Methoden der Strukturoptimierung zur Verbesserung der Wirksamkeit und das metabolische Verhalten der Wirkstoffe werden in der Vorlesung behandelt.

Modul-Kennnummer (JOGU-StI(Ne))	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180	1 Semester	4. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Grundlagen der klinischen Chemie</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Vorlesung Spezielle Aspekte der Pharm. Med. Chemie</b>	1 SWS (10,5 h)	79,5 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>a) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analytische Methoden der Klinischen Chemie wiederzugeben</li> <li>• Grundlagen der Pathobiochemie wiederzugeben und klinisch-chemische Laborparameter zu interpretieren</li> <li>• spezielle Themen der Klinischen Chemie selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben</li> </ul> <p>b) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Pharmazeutisch-medizinischen Chemie und der modernen Wirkstoffentwicklung wiederzugeben,</li> <li>• Grundlagen der Biotransformationsreaktionen von Arzneistoffen wiederzugeben</li> <li>• spezielle Themen der Pharmazeutischen-medizinischen Chemie selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben</li> <li>• in einem Spezialgebiet der Pharmazeutisch-medizinischen Chemie die wesentlichen Inhalte wiederzugeben und den Zusammenhang zu aktuellen Forschungsthemen herzustellen</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	<p>a)</p> <p>Grundlagen der klinischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysenwerte, Referenzwerte, Richtigkeit, Präzision</li> <li>• diagnostische Sensitivität und Spezifität, cut-off-Werte, prädiktiver Wert</li> <li>• Einflussgrößen auf Laborparameter</li> <li>• Bestimmung der Enzymaktivität: einfache und gekoppelte Systeme</li> </ul> <p>Spezielle Techniken in der Klinischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biochemolumineszenz, Fluorimetrie, NIR</li> <li>• elektrophoretische Trennmethode, chromatographische Trennmethode und Kopplung mit der Massenspektrometrie</li> <li>• Immunchemische Messverfahren wie Immunoassays: ELISA, EMIT, CEDIA</li> <li>• Grundlagen der PCR-Reaktion, ELISA-PCR</li> <li>• Biochips (DNA-Chips), Protein-Chips, Biosensoren</li> </ul> <p>Spezielle Gebiete der Klinischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymdiagnostik von Lebererkrankungen wie Hepatitis, Cholestase, alkoholtoxische Wirkungen: Suchtests, diagnostische Tests, Funktionstests</li> <li>• Enzymdiagnostik des Herzinfarkts</li> <li>• Klinische Laborparameter bei Nierenfunktionsstörungen: Harnstoff, Kreatinin, Kreatinin-Clearance</li> <li>• weitere Laborparameter wie Hämatokritwerte, Erythrozytenindices, Elektrolyte</li> </ul> <p>Prinzipien der endokrinen Diagnostik</p> <p>Tumormarker</p> <p>b) Grundlagen der Pharmazeutisch-Medizinischen Chemie</p> <p>Teil 1: Biotransformation von Arzneistoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Biotransformation, Bedeutung des Metabolismus als Entgiftungsreaktion, Ausscheidung von Arzneistoffen,</li> <li>• Phase-I-Reaktionen und beteiligte Enzyme, insbesondere Cyp P 450 Mono-oxygenasen und Flavinabhängige Monooxygenasen, Reduktasen, Hydrolasen</li> <li>• Phase-II-Reaktionen z.B. Glucuronidierung, Sulfatierung, Methylierung</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotoxifizierung von Arzneistoffen und Entgiftungsreaktionen mit z.B. Glutathion</li> <li>• Besondere Aspekte der Pharmakogenetik in Bezug auf Biotransformation, Bedeutung von SNPs für metabolisierende Enzyme, aber auch auf Transporter</li> <li>• Prodrugs als Prinzip zur Steuerung der Metabolisierung von Arzneistoffen (ADME-Tox)</li> </ul> <p>Teil 2: Modernes Wirkstoffdesign</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Arzneimittelforschung, Protein-Ligand-Wechselwirkungen</li> <li>• Suche nach Leitstrukturen von Arzneistoffen, Optimierung von Leitstrukturen, Entwurf von Prodrugs (siehe Biotransformation),</li> <li>• Grundlagen zu experimentellen Methoden z.B. Molecular Modelling</li> <li>• Quantitative Struktur-Wirkungsbeziehungen und Design-Methoden: Pharmakophor, Datenbanksuche, strukturbasiertes Wirkstoffdesign</li> <li>• Optimierung von ADME-Tox-Eigenschaften von Arzneistoffen (siehe auch Biotransformation, Teil 1)</li> <li>• Praxisbeispiele für erfolgreiches rationales Design</li> </ul>
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie; B. Sc. Biomedizinische Chemie
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Modul Biochemie 1, Modul Zell- und Mikrobiologie
7.	Zugangsvoraussetzung(en)
8.	Leistungsüberprüfungen <i>8.1 Aktive Teilnahme</i> <i>8.2. Studienleistung(en)</i>  <i>8.3. Modulprüfung</i> Eine Klausur zu den Inhalten beider Vorlesungen (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6 von 156 Leistungspunkten
10.	Häufigkeit des Angebots a) und b) in jedem Semester
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende a) und b) Prof. Dr. Tanja Schirmeister, Dr. Werner Kiefer
12.	Sonstige Informationen

## Modul: Bioethik und industrielle Forschung

Im Modul sollen die Studierenden die rechtlichen Grundlagen lebenswissenschaftlicher Forschung kennenlernen und mit deren industrieller Umsetzung vertraut werden. Behandelt werden weiterhin unterschiedliche ethische Grundpositionen und Probleme, die bei lebenswissenschaftlichen Forschungsthemen im universitären und industriellen Umfeld auftreten können.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufplan)	Leistungspunkte (LP)
	180	1 Semester	5. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Seminar: Biorecht und Bioethik</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Seminar: Aktuelle Themen in der Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung</b>	1 SWS (10,5 h)	79,5 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>a) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtliche Grundlagen und Grenzen bei Konzeption und Durchführung von Forschungsprojekten zu benennen</li> <li>• Begriffe und Theorien der Ethik, des Lebens und des Menschen zu definieren und anzuwenden</li> <li>• Methoden der ethischen Reflexion und Urteilsbegründung wiederzugeben und anzuwenden</li> <li>• Ethische Fragen in unterschiedlichen Forschungsfeldern als solche zu identifizieren und ihre Problematik methodisch zu analysieren und systematisch einzuordnen</li> <li>• Ethische Werturteile in Öffentlichkeit, Recht und Wissenschaft hinsichtlich ihrer expliziten und impliziten Normen kritisch zu analysieren</li> <li>• Eigene ethische Urteile zu begründen und gegenüber anderen zu vertreten</li> <li>• Sich an öffentlichen Diskursen über ethische Fragestellungen ihres Fachgebietes zu beteiligen</li> <li>• Fachspezifisches Wissen in übergreifende Zusammenhänge zu integrieren und interdisziplinär zu vermitteln</li> <li>• Möglichkeiten, Nutzen und Probleme moderner biowissenschaftlicher Methoden zu identifizieren und kritisch zu diskutieren</li> </ul> <p>b) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hintergründe und Themen aus Sichtweise der industriellen Forschung , bzw. der anwendungsorientierten Forschung zu durchdringen und zu erläutern</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in rechtliche Grundlagen lebenswissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Einführung in unterschiedliche ethische Probleme und Grundpositionen.</li> <li>• Begriffe, Theorien und Methoden der Ethik bzw. ethischen Urteilsbildung.</li> <li>• Anwendung ethischer Prinzipien, Norm- und Werttheorien auf konkrete Problemfälle und Konfliktsituationen moderner lebenswissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Inhaltliche Einführung und kritische Diskussionen aktueller Fragestellungen der Bioethik</li> <li>• Folgende Themengebiete können behandelt werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medizintechnik</li> <li>- Gentechnik, Gentherapie</li> <li>- Umwelt- und Tierethik</li> <li>- Tierversuche, Technikethik</li> <li>- (therapeutisches) Klonen</li> <li>- Grüne Gentechnik</li> <li>- Risiko-Folgeabschätzung</li> </ul> </li> </ul> <p>b)</p> <p>Vorstellung aktueller Themen aus dem Bereich Molekulare Biotechnologie, sowie Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung. Eingeladene Kollegen aus der Industrie, bzw. aus angewandten Forschungsinstitutionen stellen aktuelle Entwicklungen und Themen aus Molekularer Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung vor.</p>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			

8.	Leistungsüberprüfungen
	8.1 <i>Aktive Teilnahme</i>
	a) Aktive Teilnahme, Referat, „Battle“
	8.2. <i>Studienleistung(en)</i>
	8.3. <i>Modulprüfung</i>
	Klausur zum Seminar Bioethik (60 min) oder mündliche Prüfung (15-30 min) oder Hausarbeit.
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen
	Das Modul geht nicht in die Endnote ein.
10.	Häufigkeit des Angebots
	a) 1x jährlich, im WS
	b) 1x jährlich, im WS
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende
	a) Prof. Dr. Ruben Zimmermann (FB01) und Prof. Dr. Dirk Schneider (FB09)
	b) Prof. Dr. E. Thines
12.	Sonstige Informationen

## Modul: Molekulare Mikrobiologie

Aufbauend auf den Grundlagen der Zell- und Mikrobiologie wird hier das mikrobiologische Wissen vertieft

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360	1 Semester	5. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung: Stoffkreisläufe und Physiologie der Bakterien, Biotechnologie der Pilze</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Mikrobiologische Übung</b>	8 SWS (84 h)	126 h	7 LP
	<b>c) Mikrobiologisches Seminar</b>	1 SWS (10,5 h)	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• in wichtigen Teilgebieten der Molekularen Mikrobiologie (Kulturtechniken, steriles Arbeiten, Stoffwechsel, Regulation des Stoffwechsels, Antibiotika) ein vertieftes Wissen durch Lösen komplexer Aufgaben zu demonstrieren</li> <li>• Grundkenntnisse in Planung und Design naturwissenschaftlicher Versuche zu demonstrieren</li> <li>• unter Anleitung anspruchsvolle mikrobiologische Versuche durchzuführen, die Ergebnisse in strukturelle, funktionale und stammesgeschichtliche Zusammenhänge zu bringen; die Bedeutung von Kontrolleexperimenten sicher einzuschätzen; die Ergebnisse zu protokollieren und zu interpretieren</li> <li>• Ergebnisse schriftlich zusammenzufassen und in einem Vortrag zu präsentieren.</li> <li>• wissenschaftliche Daten aus Datenbanken zu extrahieren</li> <li>• bei der Arbeit in Kleingruppen im Team zu agieren</li> </ul>			
4.	Inhalte a) Fortgeschrittene theoretische wie experimentelle Bearbeitung zum Themenbereich eukaryotische Mikrobiologie. In der Physiologie der Pilze werden grundlegende Aspekte der Pilzzellphysiologie, die sich vor allem auf Ernährung, Wachstum, Stoffwechsel bei filamentösen Pilzen sowie Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen konzentrieren. Darüber hinaus werden die molekularen Grundlagen vegetativer Fortpflanzung, bzw. von Differenzierungsvorgängen und ihre Kontrolle in zwei Modell-Eukaryonten adressiert. Auch die Biosynthese von pilzlichen Sekundärmetaboliten und deren Regulation ist im Fokus der Veranstaltung. Neben den theoretischen Grundlagen werden den Studenten Methoden und Arbeitsweise des modernen molekularbiologischen Labors vermittelt..			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Abgeschlossene Module Zell- und Mikrobiologie und Biochemie 1			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
8.	Leistungsüberprüfungen			
	8.1. Aktive Teilnahme			
	b) Durchführung, Dokumentation, Auswertung und Diskussion vorgegebener Experimente (Protokolle)			
	8.2. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur zur Vorlesung Stoffkreisläufe und Physiologie der Bakterien, Biotechnologie der Pilze (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	12 von 156 Leistungspunkten			
10.	Häufigkeit des Angebots			
	1 x pro Studienjahr (im WS)			
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Modulbeauftragter: Prof. Dr. Thines			
	Hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Thines, Prof. Dr. Heermann			
12.	Sonstige Informationen			
	Ein Rücktritt ohne Wertung als Fehlversuch ist bis zu einer Woche nach Vergabe des Platzes möglich. Wenn die Vergabe der Plätze später als 7 Tage vor der Vorbesprechung erfolgt, ist ein Rücktritt nur bis zur Vorbesprechung möglich. Danach zählt Nichtantreten oder Nichtteilnahme als Fehlversuch			

## Modul: Biotechnologie

Aufbauend auf den Grundkenntnissen der Zell- und Mikrobiologie sowie der Physiologie und Biochemie werden Theorie und Praxis der Fermentation von Mikroorganismen sowie der Isolierung von Metaboliten vermittelt.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360	1 Semester	5. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Biotechnologie</b>	2 SWS (21 h)	69 h	3 LP
	<b>b) Biotechnologische Übung I</b>	8 SWS (84 h)	126 h	7 LP
	<b>c) Biotechnologisches Seminar</b>	1 SWS (10,5 LP)	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertieftes Wissen in wichtigen Teilgebieten der Biotechnologie (Isolierung und Umgang mit Mikroorganismen, Fermentation, Aufarbeitung von Proteinen und Sekundärmetaboliten aus Submerskulturen von Pilzen) durch Lösen komplexer Aufgaben zu demonstrieren.</li> <li>• unter Anleitung anspruchsvolle biochemische und biotechnologische Versuche durchzuführen, die Ergebnisse in strukturelle und funktionale Zusammenhänge zu bringen und die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einzuschätzen</li> <li>• Ergebnisse zu protokollieren und zu interpretieren</li> <li>• Ergebnisse schriftlich zusammenzufassen und in einem Vortrag zu präsentieren</li> <li>• wissenschaftliche Daten aus Datenbanken zu extrahieren</li> <li>• bei der Arbeit in Kleingruppen ihre Teamfähigkeit zu demonstrieren</li> </ul>			
4.	Inhalte Umgang mit Mikroorganismen, Fermentation von Mikroorganismen, Medienoptimierung für Fermentationen von Mikroorganismen, Isolierung biologisch aktiver Inhaltsstoffe, Isolierung von Enzymen aus Kulturen höherer Pilze, Charakterisierung von Wirkstoffen.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Abgeschlossenes Modul Zell- und Mikrobiologie, Vorlesung Einführung in die Biochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine			
8.	Leistungsüberprüfungen <b>8.1 Aktive Teilnahme</b> b) Durchführung, Dokumentation, Auswertung und Diskussion vorgegebener Experimente (Protokolle) <b>8.2. Studienleistung(en)</b>  <b>8.3. Modulprüfung</b> mündlicher Abschlussbericht (30 min) oder mündliche Prüfung (30 min).			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 12 von 156 Leistungspunkten			
10.	Häufigkeit des Angebots a), b) und c) 1x jährlich, nur im Sommersemester			
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende a) und b) NN (Prof. E. Thines)			
12.	Sonstige Informationen			

## Modul: Projektarbeit

In der Projektarbeit wird ein wissenschaftliches Spezialthema in einem Arbeitskreis vertieft bearbeitet. Die Studierenden werden dabei intensiv angeleitet und betreut.

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	450 h	1 Semester	6 Semester	15 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen <b>a) Projektarbeit (Forschungspraktikum)</b> <b>b) Oberseminar: Anleitung zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten</b>	Kontaktzeit 320 h 2 SWS (21 h)	Selbststudium 40 h 69 h	Leistungspunkte 12 LP 3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden arbeiten erstmals an einem aktuellen Forschungsprojekt einer Arbeitsgruppe mit. Durch Lösen komplexer Aufgaben erwerben sie hierbei ein vertieftes Wissen sowie Grundkenntnisse in Planung und Design von Experimenten. Sie werden befähigt, unter Anleitung anspruchsvolle Versuche durchzuführen. Sie können die Bedeutung von Kontrolleexperimenten sicher einschätzen. Die Ergebnisse sind reproduzierbar zu protokollieren und unter Berücksichtigung aktueller Forschungsliteratur zu interpretieren. Durch die Mitarbeit in einer Arbeitsgruppe erweitern die Studierenden Ihre Kommunikations- und Teamfähigkeit.			
4.	Inhalte a) Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt einer am Studiengang beteiligten Arbeitsgruppe. b) Einführung in Planung, Ausführung und Dokumentation komplexerer wissenschaftlicher Experimente. Präsentation der Ergebnisse in Anlehnung an eine wissenschaftliche Veröffentlichung („paper“).			
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Mind. 120 LP im S. Sc.-Studium erreicht.			
8.	Leistungsüberprüfungen <i>8-1 Aktive Teilnahme</i> Führung eines Laborbuches <i>8.2. Studienleistung(en)</i> mündlicher (Präsentation) oder schriftlicher Abschlußbericht  <i>8.3. Modulprüfung</i>			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen Das Modul geht nicht in Endnote ein.			
10.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester			
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende <u>Modulbeauftragter: Prof. Dr. Dirk Schneider</u> ; alle am Studiengang beteiligte hauptamtlich Lehrende			
12.	Sonstige Informationen Individuelle Betreuung; Blockpraktikum mit Einzelbetreuung; Die Anzahl der in einem beteiligten Arbeitskreis angebotenen Praktikumsplätze kann von Semester zu Semester variieren. Externe Projektarbeiten auf Antrag möglich.			

## Modul: Bachelorarbeit

In der Bachelorarbeit wird ein kleines Forschungsprojekt in einem Arbeitskreis bearbeitet.

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	450 h	1 Semester	6 Semester	15 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen <b>a) Bachelorarbeit</b> <b>b) mündliche Prüfung</b>	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte 12 LP 3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
3.	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 Lichte der relevanten (internationalen) Literatur zu interpretieren und zu diskutieren. Sie sind außerdem in der Lage, ihre Bachelorarbeit als wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren und zu verteidigen. Dabei müssen Fragen zum Thema sowie zu Randgebieten beantwortet werden (Bachelorprüfung).			
4.	Inhalte a) Experimentelles Bearbeiten einer komplexeren wissenschaftlichen Fragestellung. Verfassung einer wissenschaftlichen Schrift zum Thema (Bachelorarbeit). b) Mündliche Abschlussprüfung			
5.	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Molekulare Biotechnologie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Modul „Projektarbeit“ erfolgreich abgeschlossen			
8.	Leistungsüberprüfungen 8.1 Aktive Teilnahme 8.2. Studienleistung(en) 8.3. Modulprüfung Bachelorarbeit und mündliche Abschlussprüfung: Präsentation der Ergebnisse als Vortrag (ca. 15 Minuten), mündliche Verteidigung und Beantwortung auch randständiger Fragen (ca. 15 Minuten)			
9.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen Modul geht doppelt in Endnote ein: 30 von 156 Leistungspunkten.			
10.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester			
11.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragter: Prof. Dr. Dirk Schneider; alle am Studiengang beteiligte hauptamtlich Lehrende			
12.	Sonstige Informationen Individuelle Betreuung; Die Anzahl der in einem beteiligten Arbeitskreis angebotenen Praktikumsplätze kann von Semester zu Semester variieren. Externe Bachelorarbeiten auf Antrag möglich.			