

# Modulhandbuch

Studiengang

Medizinische Biotechnologie

(Bachelor)

Stand: 22.05.2025

Für die Richtigkeit der im Modulhandbuch  
aufgeführten SWS und LP wird keine Gewähr  
übernommen.

Verbindlich ist die Studienprüfungsordnung.

# Inhaltsverzeichnis

## **MODULE IM 1. STUDIENABSCHNITT (1. - 2. SEMESTER) 3**

MATHEMATIK UND PHYSIK I	3
EINFÜHRUNG IN DIE BIOTECHNOLOGIE	5
GRUNDLAGEN DER CHEMIE	10
MIKROBIOLOGIE	13
GRUNDLAGEN DER VERFAHRENSTECHNIK	16
MATHEMATIK UND PHYSIK II	18
CHEMIE II	20
MOLEKULARBIOLOGIE	22
BIOCHEMIE I	25

## **MODULE IM 2. STUDIENABSCHNITT (3. - 5. SEMESTER) 28**

GENTECHNIK	28
TECHNISCHE MIKROBIOLOGIE	29
MOLEKULARE MEDIZIN	32
BIOSTATISTIK	35
ZELLKULTURTECHNIK	36
PHYSIOLOGIE UND PATHOPHYSIOLOGIE	38
IMMUNBIOLOGIE	41
UPSTREAM PROCESSING AND ENGINEERING	43
DOWNSTREAM PROCESSING	46
FÄCHERÜBERGREIFENDE KOMPETENZEN	48
PHARMAZEUTISCHE GRUNDLAGEN	51
GENTHERAPIE	54
ZELLTHERAPIE	56
RECHTSGRUNDLAGEN	59
BIOMETRIE UND DRUG DELIVERY	62

## **MODULE IM 3. STUDIENABSCHNITT (6. - 7. SEMESTER) 66**

PRAKTISCHES STUDIENSEMESTER (PRAXISSEMESTER)	66
QUALITÄTSMANAGEMENT	67
WAHLPFLICHTFÄCHER	69
BACHELOR-ARBEIT	69

## **ANHANG 71**

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	71
-----------------------	----

Anmerkung: 1 LP entspricht 30 h Arbeitsaufwand

## Module im 1. Studienabschnitt (1. - 2. Semester)

<b>Mathematik und Physik I</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	5
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Burghardt
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Burghardt, Frau Stöcken, Herr Merkle (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 1. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Mathematik I</b> Empfehlung: Grundkenntnisse der höheren Mathematik (z. B. aus der Oberstufe des Gymnasiums oder einer anderen Schulart, die zum Studium qualifiziert), Vorkurs Mathematik</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik 1</b> Empfehlung: Lehrveranstaltungen zum Thema Mathematik, Physikkenntnisse aus der Sekundarstufe I</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Mathematik I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die Grundlagen der höheren Mathematik, die für ein anwendungsbezogenes naturwissenschaftliches und technisches Studium erforderlich sind und können entsprechende Übungsaufgaben lösen.</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>besitzen theoretische und praktische Kenntnisse auf den Gebieten der Physik, die für technische Anwendungen in der pharmazeutischen Biotechnologie relevant sind. Hierzu gehören die Mechanik, die Fluidodynamik und die Elektrizitätslehre.</li> <li>kennen die physikalischen Grundlagen der Mechanik, Fluidodynamik und der Elektrizitätslehre. Das theoretische Wissen wird durch Übungsaufgaben ergänzt.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Mathematik I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundbegriffe: Mengen und Mengenoperationen, Summen- und Produktzeichen, Funktionen, Polynome und Polynomdivision, gebrochenrationale Funktionen, Exponentialfunktionen, trigonometrische Funktionen</li> <li>vollständige Induktion</li> <li>komplexe Zahlen und Nullstellen von Polynomen</li> <li>Vektorrechnung: Vektoren, Vektoroperationen,</li> </ul>

	<p>Skalarprodukt, Vektorprodukt, vektorielle Darstellung einer Geraden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzwerte: Folgen, Grenzwerte von Folgen und Funktionen, Stetigkeit, Polstellen, Asymptoten</li> <li>• Differentialrechnung: Differenzierbarkeit, Ableitungsregeln, Partielle Ableitung</li> <li>• Integralrechnung: bestimmtes Integral nach Riemann, Integrationsregeln</li> </ul> <p><b>Übung Mathematik 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefende und festigende Übungen zu den Inhalten der Vorlesungen: Grundbegriffe, Vektorrechnung, Grenzwerte, Integralrechnung, Differentialrechnung</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik: Kinematik, Newtonsche Mechanik, Erhaltungssätze</li> <li>• Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen: Dichte, Druck, Fluidodynamik, laminare Strömungen, Bernoulli-Gesetz, Viskosität</li> <li>• Elektrizitätslehre: Strom, Spannung, Ladung, elektrisches Feld, elektrisches Potential, Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln mit Anwendungen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Mathematik I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg + Teubner, 2015–18, Bd. 1-3</li> <li>• Rießinger, T., Mathematik für Ingenieure, Springer Vieweg, 2017</li> <li>• Rießinger, T., Übungsaufgaben zur Mathematik für Ingenieure, Springer Vieweg, 2017</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halliday, Resnick, Walker: Halliday Physik, Wiley-VCH, 2019</li> <li>• P. A. Tipler &amp; G. Mosca, Physik, Springer Spektrum, 2019</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik I (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Mathematik I (Ü), 1 SWS, 1 LP</li> <li>• Physik 1 (V+Ü), 2 SWS, 2 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Mathematik 1</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Übung Mathematik 1</b></p> <p>Präsenzzeit: 15 h Selbststudium: 15 h</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik 1</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Eine Prüfungsvorleistung findet in diesem Modul nicht statt.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.</p>

<b>Einführung in die Biotechnologie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	10
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	10
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Hannemann
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Hannemann, Fr. Müller (LB), Dr. Kube (LB), Dr. Röcker (LB), Prof. Dr. Zimmermann, Dr. Rammo, Frau Wagner (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 1. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	Für die Vorlesungen (z.T. mit Übungen) "Einführung in die Biotechnologie", „Einführung in die Bioinformatik“ und „Zellbiologie“, sowie das Seminar, „Einführung in die GMP / GLP“ sind keine fachlichen Vorkenntnisse erforderlich. Für das Seminar „Wissenschaftliches Arbeiten“ sind Grundkenntnisse in MS Office (Excel/PowerPoint) und Internetrecherchen von Vorteil.
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Einführung in die Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die wissenschaftlichen, technologischen Grundlagen sowie die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Biotechnologie.</li> <li>• kennen die vielfältigen Anwendungsgebiete der Biotechnologie.</li> <li>• kennen biotechnologische Verfahren bezüglich ihrer Vorteile und Probleme bewerten.</li> <li>• besitzen einen Überblick über potenzielle Berufsfelder und Arbeitgeber.</li> <li>• kennen die verschiedenen Expressionsarten (mit den Organismus-spezifischen Unterschieden), Herstellungsbedingungen von Master- und Working Zellbänken, sowie deren Lagerbedingungen.</li> <li>• kennen Grundlagen moderner biopharmazeutischer Herstellungsprozesse (bakterielle Impfstoffe, Zelltherapeutika, Advanced Therapy Medicinal Product [=ATMP] wie Tissue Engineering [z.B. Autologe Chondrozyten Transplantation = ACT], Stammzellen, CAR-T-Zellen).</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Einführung in die Bioinformatik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die wesentlichen Grundlagen der Programmierung.</li> <li>• kennen verschiedene Anwendungen der Bioinformatik.</li> <li>• können Analysen der Sequenzanalyse anwenden.</li> </ul> <p><b>Seminar Einführung in die GMP/GLP</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Begriffe und Grundlagen sowie Auslöser der pharmazeutischen Qualitätssicherung (Definitionen, Qualitätsmängel, Arzneimittelskandale [Contergan]).</li> <li>• kennen die Entwicklungsgeschichte von GMP und GLP.</li> <li>• kennen Grundlagen der Arzneimittelentwicklung (klinische Phasen, Untersuchungen (Kanzergenität, etc.).</li> <li>• kennen die grundsätzlichen Inhalte verschiedener pharmazeutischer Regelwerke, wie AMG, EU-GMP-Leitfaden, Europäisches Arzneibuch (Ph. Eur.), AMWHV, PICs und ICH.</li> <li>• kennen die Grundlagen der pharmazeutischen Qualifizierung und Validierung.</li> <li>• kennen die grundlegenden pharmazeutischen Begriffe wie Kalibrierung, Justierung, Risikobewertung, etc. und sind in der Lage einfache Anweisungen (SOP) für die pharmazeutische Herstellung bzw. Qualitätskontrolle zu erstellen.</li> <li>• kennen Anforderungen, die an moderne biopharmazeutische Herstellungsprozesse gestellt werden (wie Spezifikationen, Qualitätskontrolltestungen, Reinraumforderungen, etc.).</li> <li>• kennen die grundsätzlichen Anforderungen an die Reinraumtechnik bzgl. Partikelzahlen und Luftkeimen.</li> </ul> <p>Im Seminar GMP-GLP gibt der Dozent zunächst ca. 6 einführende Vorlesungen (zu den oben angegebenen Themen). Anschließend können die Studierenden aus vorgeschlagenen Themen wählen, für die deutsch- und englischsprachige Artikel (Pharmind) und verschiedene Regelwerke als Grundlage dienen. Dann haben die Studierenden in Gruppen (3-4 Studierende) ca. 4-5 Wochen Zeit ihre Seminararbeiten zu erstellen und diese mit dem Dozenten zu besprechen. Während der Termine in der letzten Semesterwoche präsentieren die Studierenden (in Kleingruppen) ihre Seminararbeiten in 20-30 min. langen Vorträgen.</p> <p><b>Vorlesung Zellbiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen des molekularen Aufbaus der Zelle und in der Zelle stattfindende genetische Prozesse.</li> <li>• kennen den Aufbau (Zellorganellen/Membransysteme) und die Funktionsweise (Proteinmodifikationen und -sortierung, Signalübertragung und -weiterleitung, Transportvorgänge, Zellzyklusablauf und -kontrolle) in der eukaryotischen Zelle.</li> </ul> <p><b>Seminar Wissenschaftliches Arbeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen für wissenschaftliches Arbeiten.</li> <li>• kennen Präsentationstechniken für wissenschaftliche Fragestellungen in Studium und Beruf.</li> <li>• können diese Kenntnisse in Übungen, Versuchsauswertungen, Hausarbeiten, wissenschaftlichen Texten und Vorträgen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Einführung in die Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gesellschaftliche, wissenschaftliche und industrielle Rahmenbedingungen</li> </ul>

- Charakterisierung und Anwendungsfelder der Weißen Biotechnologie
- Rohstoffe und Produkte
- ökologische und ökonomische Aspekte
- Produktspektrum: Biokraftstoffe, Vitamine, Aminosäuren, Fein- und Bulkchemikalien, Industrielle Enzyme, Antibiotika, Biopolymere
- Fermentationsverfahren
- aktuelle Trends in der Industriellen Biotechnologie
- Expressionsorganismen in biotechnologischen Herstellungsprozessen
- Expressionsarten (transient und stabil)
- Prozessparameter ( $O_2$ -Partialdruck, Energieeintrag, Zelldichte, Produktmenge) und Reaktionsführung (batch, fed-batch und perfusion)
- Zellbänke ("Master- und Working Cell Bank") und ihre Bedeutung bei der Herstellung biopharmazeutischer Produkte und ihre Kryolagerung
- Biotechnologische Produkte (Glutamat, Insulin)
- Impfstoffherstellung und Tissue-Engineering als biopharmazeutische Herstellungsprozesse
- Beispiele für Advanced Therapy Medicinal Products (ATMP) wie Autologe Chondrozyten Transplantation und Chimeric Antigen Receptor-(CAR)-T-Zellen

#### **Vorlesung und Übungen Einführung in die Bioinformatik**

- allgemeine Programmiergrundlagen
- Datenimport und Anwendungsbereitstellung
- Sequenzanalysen
- Proteinanalysen
- Analyse von RNA-Seq-Daten
- Phylogenetische Baum-Analyse
- Algorithmen und Anwendungen für Next Generation Sequencing (NGS)

#### **Seminar Einführung in die GMP/GLP**

- Was bedeutet Qualität / Qualitätsmängel in pharmazeutischen Herstellungsprozessen?
- Folgen schwerer Qualitätsmängel in der pharmazeutischen Herstellung
- Phasen der Arzneimittelentwicklung
- Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung
- Qualifizierung und Validierung
- Grundsätzliche Inhalte der pharmazeutischen Regelwerke wie AMG, EU-GMP-Leitfaden, Europäisches Arzneibuch (Ph. Eur.), AMWHV, PICs und ICH
- Arbeitsanweisungen, Standard Operating Procedure (SOP), Herstellungsanweisungen, Site-Masterfile
- Zuständigkeiten der Behörden in Bund und Land für die pharmazeutische Herstellung
- Aufbau einer Reinraumanlage mit Reinraumzonen, Schleusen und ihre Funktionen im Herstellungsprozess
- Klassifizierung von Reinraumzonen (Zonierung) auf der Basis von Partikelzahlen
- Seminararbeiten zu Artikeln aus der Fachzeitschrift

PharmInd und aus Regelwerken und Gesetzbüchern wie dem EG-Leitfaden der Guten Herstellungspraxis, dem AMG, Pharmabetriebsverordnung, Pharmaceutical Inspection Cooperation Scheme (PIC/S), Pharmacopeia, etc.

### **Vorlesung Zellbiologie**

- Einführung: Geschichtlicher Überblick der Zellbiologie, Büchervorstellung, Überblick über Zellarten (Pro- und Eukaryonten)
- Überblick über die Makromoleküle, Zellorganellen, Aufbau der Membran und Transportsysteme
- Zellkompartimente und Prinzipien der Proteinsortierung: Signalsequenzen, Endocytose, Exocytose, Synthese der Proteine des sekretorischen Weges an ER- gebundenen Ribosomen, Rückhalt ER-residenter Proteine
- Posttranslationale Modifikationen sekretorischer Proteine im ER und Golgi, Qualitätskontrolle, Transport durch den Golgi, Transport in die Lysosomen, kontinuierliche und regulierte Sekretion
- Rezeptorvermittelte Endozytose: Proteinsynthese an freien Ribosomen, Proteintransport in den Zellkern, die Mitochondrien, Peroxisomen
- Überblick Signalsysteme, Signaltransduktion, Signalmoleküle, Rezeptormoleküle
- G-Protein-gekoppelte Rezeptoren, second messenger, Agonisten und Antagonisten
- Rezeptor-Tyrosin-Kinasen, Ras-Zyklus, Kinase- Kaskade, Genregulation durch Signaltransduktion
- Überblick Zytoskelett, Mikrofilamente: Aktin-Myosin-Bewegungen, Intermediärfilamente
- Mikrotubuli, Transport entlang intrazellulärer Schienen, Zell-Zell-Verbindungen, extrazelluläre Matrix
- Zell-Zell Kommunikation
- Zellzyklus und Zellzykluskontrolle: Checkpoints und zyklisch kontrollierte Proteinkinasen, Krebs

### **Seminar Wissenschaftliches Arbeiten**

- präzise wissenschaftliche Sprache: einfache und klare Kommunikation von komplexen Inhalten
- Übungen zur Verständlichkeit und zur wissenschaftlichen Kommunikation
- der mündliche Vortrag als Präsentationsform der Wissenschaft
- Tools zur Erstellung von klaren und verständlichen Abbildungen und Graphical Abstracts
- Peer-Review Verfahren und Aufbau von Papern: IMRaD
- Wie liest man ein Paper und Qualitätskriterien von Papern?
- wissenschaftliche Argumentation, Rationalen, Hypothesenbildung und experimentelles Studiendesign, um Hypothesen zu verifizieren oder falsifizieren
- Zitieren von Quellen und Umgang mit Literaturverwaltungssoftware
- das Poster als Präsentationsform der Wissenschaft
- Darstellung und Interpretation von Daten mit Datenverarbeitungssoftware
- kritische Analyse von wissenschaftlichen Studien



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Inhalte werden den Studierenden in Gruppen- und Einzelübungen vermittelt, bei denen sich die Studierenden die Lerninhalte aktiv erarbeiten (Prüfungsvorleistung).</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Einführung in die Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Molekulare Biotechnologie, Konzepte, Methoden und Anwendungen, 2. aktualisierte Auflage, Hrsg: M. Wink; Wiley-VCH</li> <li>Biotechnologie für Einsteiger, 3. Auflage, Renneberg &amp; Süßbier, Spektrum Verlag</li> <li>Industrial Biotechnology – Sustainable Growth and Economic Success Ed.; W. Soetaert &amp; E.J. Vandamme, Wiley-VCH, 2010</li> <li>Enzymes in Industry Production and Applications, Ed.; W. Aehle, Wiley-VCH, 2004</li> <li>Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik, Rolf D. Schmid, 3. Auflage 2016</li> <li>Biotechnologie für Einsteiger, Reinhard Renneberg, 2. Auflage, 2007, ISBN-13: 978-3-8274-1847-0</li> <li>Biotechnologie, W. J. Thieman, M. A. Palladino, 1. Auflage, 2007, ISBN 9783827372369</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Einführung in die Bioinformatik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bioinformatik – ein einführendes Lehrbuch, Thomas Dandekar, 2. Auflage, Springer Verlag, 2021</li> <li>Angewandte Bioinformatik, Paul M. Selzer, Richard J. Marhöfer, Oliver Koch, 2. Auflage, Springer Berlin, 2018</li> </ul> <p><b>Vorlesung Einführung in die GMP/GLP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GLP-Handbuch für Praktiker, G. A. Christ, S. J. Harston, H.-W., Hembeck, K.-A. Opfer, 2. überarbeit. Aufl., ISBN 3-928865-25-0</li> <li>EG-Leitfaden der Guten Herstellungs-Praxis für Arzneimittel und Wirkstoffe, Link: Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (18.07.2016)): Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln: AMG. Online: <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/amg_1976/AMG.pdf">https://www.gesetze-im-internet.de/amg_1976/AMG.pdf</a>, zuletzt geprüft am 11.08.2017</li> <li>GMP-Berater, Nachschlagewerk für Pharmaindustrie und Lieferanten, Maas &amp; Peither, GMP Verlag.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Zellbiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Molecular Biology of the Cell, Alberts et al.</li> <li>Molecular Cell Biology, Lodish et al.</li> <li>Taschenatlas der Biochemie, Koolmann und Röhme</li> </ul> <p><b>Seminar Wissenschaftliches Arbeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Skript</li> <li>B. Heesen: Wissenschaftliches Arbeiten: Methodenwissen für Wirtschafts-, Ingenieur- und Sozialwissenschaftler, 4. Auflage, Springer Gabler Berlin, Heidelberg 2021; Download über <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-62548-4">https://doi.org/10.1007/978-3-662-62548-4</a></li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Biotechnologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>Einführung in die Bioinformatik (V + Ü), 2 SWS, 2 LP</li> <li>Einführung in die GMP/GLP (S), 2 SWS, 2 LP</li> <li>Zellbiologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wissenschaftliches Arbeiten (S), 2 SWS, 2 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Einführung in die Biotechnologie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,6 h</p> <p><b>Vorlesung und Übung Einführung in die Bioinformatik</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,6 h</p> <p><b>Seminar Einführung in die GMP/GLP</b>  Präsenzzeit: 16 h  Selbststudium: 43,6 h</p> <p><b>Vorlesung Zellbiologie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,6 h</p> <p><b>Seminar Wissenschaftliches Arbeiten</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,6 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Die Prüfungsleistung besteht aus einer Klausur (120 Minuten) über die Inhalte aus den Lehrveranstaltungen "Einführung in die Biotechnologie", "Einführung in die Bioinformatik", „Einführung in die GMP / GLP“ und „Zellbiologie“, sowie einer Präsentation über wissenschaftliche Inhalte im Rahmen des Seminars "Wissenschaftliches Arbeiten". Zur schriftlichen Prüfung „Einführung in die Biotechnologie“ (Modulklausur) werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung (sA) für die Lehrveranstaltung „Einführung in die GMP / GLP“ sowie die Prüfungsvorleistung (sA) für die Lehrveranstaltung „Einführung in die Bioinformatik“ erfolgreich absolviert haben. Zur Prüfung „Wissenschaftliches Arbeiten“ (R) werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung des Seminars (Präsenz und aktive Mitarbeit bei den Übungen) erfolgreich absolviert haben.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der beiden Prüfungsleistungen.</p>

<b>Grundlagen der Chemie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	8
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	8
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Traub
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Traub, Prof. Dr. Schips
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie BSc,

	Pflichtmodul, 1. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung und Übungen Einführung in die Chemie</b> Empfehlung: Chemieunterricht in der Schule (gymnasiale Oberstufe oder Vergleichbares).</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Allgemeine und analytische Chemie I</b> Empfehlung: Inhalte der Lehrveranstaltung Einführung in die Chemie</p> <p><b>Praktikum analytische Chemie I</b> Empfehlung: Einführung in die Chemie, Allgemeine und analytische Chemie I</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Organische Chemie I</b> Einführung in die Chemie, Allgemeine und analytische Chemie I</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen Grundkenntnisse der allgemeinen, anorganischen und analytischen Chemie.</li> <li>• sind in der Lage Rohdaten von Laborversuchen entsprechend den Qualitätsstandards des Studiengangs PBT zu bewerten und Versuchsprotokolle zu erstellen.</li> <li>• sind mit einfachen Routinearbeitsverfahren im chemisch-analytischen Bereich, insbesondere in der Maßanalyse, vertraut.</li> <li>• besitzen erste Erfahrungen in der Durchführung von Analysemethoden nach Ph. Eur. und in der analytischen Chemie sowie im Bereich Arbeitssicherheit im Labor.</li> <li>• verfügen über Kenntnisse im Umgang mit Gefahrstoffen und den Verhaltensregeln in den Laborräumen der Fakultät Biotechnologie.</li> <li>• besitzen Grundkenntnisse im „chemischen Rechnen“.</li> <li>• beherrschen den korrekten Umgang mit Volumenmessgeräten (insbes. Pipetten) und Feinwaagen.</li> <li>• sind in der Lage Maßlösungen und Verdünnungsreihen zu berechnen und herzustellen.</li> <li>• kennen die Grundlagen organischer Reaktionsmechanismen und die Einordnung der wichtigsten bioorganischen Moleküle in Substanzklassen.</li> <li>• haben einen Überblick über wichtige organische Reaktionstypen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Einführung in die Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Humantoxikologie</li> <li>• Arbeitssicherheit und Gefahrstoffe</li> <li>• Betriebsanweisung</li> <li>• Qualitätssicherung beim Arbeiten in Laborpraktika (Führen von Laborjournalen, allg. Rohdatenerfassung, Kalibrieren, Justieren)</li> <li>• chemisches Rechnen (u. a. Herstellung von Maßlösungen, Mischungsrechnen, Signifikanz von Messgrößen)</li> <li>• Periodensystem der Elemente</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• praktische Einführung in Laborroutinetechniken: Wiegen, Volumenbestimmungen (insbes. Pipettieren), Filtration, Dichte- und Schmelzpunktbestimmung</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Allgemeine und analytische Chemie I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Bindungen</li> <li>• zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Chemie der wässrigen Lösungen</li> <li>• Säuren/Basen, pH-Wert, pKs-Wert, Neutralisationsreaktionen, Säure-Base-Puffer</li> <li>• Wasserqualitäten nach Pharm. Eur., Wasserinhaltsstoffe, Wasseranalytik, Endotoxinbestimmung, Analytik von Ionen, (DOC/TOC), Wasseraufbereitung</li> <li>• Redoxreaktionen/Metallkorrosion</li> <li>• koordinative Bindung</li> <li>• Titrationen (u. a. gemäß Ph. Eur.)</li> </ul> <p><b>Praktikum analytische Chemie I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengen, Gehalts- und Konzentrationsangaben (Herstellung von Maßlösungen und Verdünnungsreihen)</li> <li>• Säure-Base-Titrationen</li> <li>• Säure-Base-Puffersysteme</li> <li>• Analyseverfahren nach dem Europäischen Arzneibuch (Ionennachweise, Endotoxinbestimmung mittels LAL, Kohlenhydrate)</li> <li>• Methoden der Isolierung und Aufreinigung</li> </ul> <p>Refraktometrie</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Organische Chemie I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetik und Kinetik organischer Reaktionen (Enthalpie, Reaktionsenergetik bei biochemischen Reaktionen, Entropie, Gibbs freie Enthalpie, Reaktionsgeschwindigkeit, Reaktionsordnung, Aktivierungsenergie, Katalyse allgemein, enzymatische Katalyse)</li> <li>• Molekülstrukturen: Kovalente Bindungen (Geometrie von Molekülen und Molekülorbitalen, Einfach- und Mehrfachbindungen, Resonanzstrukturen, Aromaten), Stereochemie (Konstitutionsisomere, Stereoisomere)</li> <li>• Wichtige Grundtypen organischer Reaktionen: Reaktionsmechanismen bei gesättigten Kohlenwasserstoffen (Nucleophile Substitution, radikalische Substitution, Eliminierungsreaktionen), Reaktionsmechanismen bei ungesättigten Kohlenwasserstoffen (elektrophile Addition), Reaktionsmechanismen bei Carbonylverbindungen</li> <li>• Biopolymere und deren Grundbausteine: Aminosäuren und Proteine, Kohlenhydrate, Fettsäuren und Fette; mit Querbezügen zu Stoffwechselreaktionen.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung und Übungen Einführung in die Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortimer, Das Basiswissen der Chemie, Thieme Verlag.</li> <li>• Hübschmann, Einführung in das chemische Rechnen</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Allgemeine und analytische Chemie I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortimer, Das Basiswissen der Chemie, Thieme Verlag</li> <li>• Atkins, Chemie einfach alles, VCH</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ehlers, Analytik I und II, Deutscher Apotheker Verlag</li> <li>Pharm. Eur.</li> </ul> <p><b>Praktikum analytische Chemie I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mortimer, Das Basiswissen der Chemie, Thieme Verlag</li> <li>Ehlers, Analytik I und II, Deutscher Apotheker Verlag Pharm. Eur.</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Organische Chemie I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hart, organische Chemie, WILEY-VCH</li> <li>Mc Murry, Organische Chemie der biologischen Stoffwechselwege; Spektrum Akademischer Verlag</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Chemie (V+Ü), 2 SWS, 2 LP</li> <li>Allgemeine und analytische Chemie I (V+Ü), 2 SWS, 2 LP</li> <li>Analytische Chemie I (P), 2 SWS, 2 LP</li> <li>Organische Chemie I (V), 2 SWS, 2 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung und Übungen Einführung in die Chemie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Allgemeine und analytische Chemie I</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Praktikum analytische Chemie I</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 30 h</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Organische Chemie I</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (90 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistungen „Einführung in die Chemie“ (K) und „Praktikum analytische Chemie“ (sA) erfolgreich absolviert haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Mikrobiologie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	8
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	8
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Gaisser
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Gaisser

<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie, Pflichtmodul, 1. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	Empfehlung: Schulkenntnisse Englisch, Grundkenntnisse in Organischer Chemie
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Im Rahmen des Moduls Mikrobiologie erlernen die Studierenden umfassende Handlungskompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Teilnehmern des Moduls werden weitreichende Fachkenntnisse im Bereich der Mikrobiologie sowie eine fundierte Methodenkompetenz durch die Anwendung grundlegender Standardmethoden des mikrobiologischen Arbeitens vermittelt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Nährmedien und Kultivierung von Mikroorganismen</li> <li>• Methoden zur morphologischen Untersuchung und Identifizierung von Mikroorganismen</li> <li>• Aufbau und Bestandteile von Bakterienzellen</li> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Charakteristika wichtiger Mikroorganismengruppen und beherrschen grundlegende Konzepte der Taxonomie, Bakteriengenetik sowie Aspekte der mikrobiellen Ökologie und Virologie.</li> </ul> </li> <li>• Wesentliche Aspekte der erlangten Schlüsselkompetenzen umfassen soziale Handlungskompetenzen, vermittelt beispielsweise durch Teamarbeiten zur Erstellung von Gruppenprotokollen, sowie Selbstkompetenz durch die eigenständige Bearbeitung englischsprachiger Skripte, Versuchsanleitungen und wissenschaftlicher Texte. Die Studierenden erlangen weitreichende Kenntnisse der fachspezifischen Terminologie auf Deutsch und Englisch. Das breite Spektrum der erarbeiteten Kompetenzen ist für das zukünftige Arbeiten in internationaler, industrieller Arbeitsumgebung essentiell.</li> <li>• besitzen grundlegende theoretische und praktische Kenntnisse über Struktur, Funktion und Anwendung mikrobieller Zellen.</li> <li>• können aseptische Arbeitsweisen und grundlegende mikrobiologische Arbeitstechniken anwenden.</li> <li>• kennen die vielfältigen Formen und Eigenschaften der Prokaryonten.</li> <li>• besitzen Kenntnisse der Struktur und Funktion bakterieller Zellen und deren Bedeutung für Biotechnologie und als Krankheitserreger.</li> <li>• können Mikroorganismen durch physiologische und molekulare Tests identifizieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Mikrobiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung in die Mikrobiologie, historischer Überblick, Bedeutung der Mikrobiologie: Krankheitserreger, Lebensmittelindustrie, Ökologie, Biomining, Biotechnologie</li> <li>• Phylogenetischer Stammbaum/16SrRNA, evolutionäre Aspekte: Mikrofossilien, Stromatolite, Prokaryont- Eukaryont</li> <li>• Prokaryontische Zelle: Größe, Membran und Transport</li> </ul>

- Aufbau Peptidoglycan, Gram-Färbung, Teichonsäuren, Archaea, Zellwand als Target: Lysozym, Penicillin
- Gram-negativ: äußere Membran, Struktur und Bedeutung der Lipopolysaccharide, Porine, Periplasma, Kapseln und Schleime, Pili und Flagellen, Beweglichkeit
- Zelleinschlüsse: Gasvesikel, Endosporen, Carboxysomen, Magnetosomen, inclusion bodies, Reservestoffe, *Bacillus thuringiensis* Proteinkristalle
- Zellwachstum: Zweiteilung, Divisom, Cytoskelett, Zellteilung und Peptidoglycanbiosynthese, Wachstumskinetik
- Vielfalt der Mikroorganismen: Stammbaum  
Proteobakterien: Pseudomonaden, Essigsäurebakterien, Enterobakterien, *Proteus*, *Helicobacter*, Myxobakterien
- Vielfalt der Mikroorganismen: Gram-positive Bakterien: *Staphylococcus*, Milchsäurebakterien, Endosporenbildner, Streptomyceten, Cyanobakterien, Spirochäten
- Virus-Aufbau, Vermehrung, CRISPR-Cas, SARS
- Bakterielle Genetik: Genom, Nucleoid, Chromosom, Plasmide, Klonierung, Transformation, Transduktion, Konjugation
- Bakterien und Umwelt: Lebensräume, Extremophile, Halophile, Nutzen in der Biotechnologie
- Fermentation, Alkohol, Laktat
- Struktur prokaryontischer Zellen: Zellhülle, Zellwand, Zellmembran, Cytoplasma, Einschlusskörper
- Morphologische, mikroskopische und physiologische Eigenschaften

### **Mikrobiologisches Praktikum**

- Einführung in das Arbeiten in einem mikrobiologischen Labor, Bereitung von Nährmedien, sterile Arbeitstechniken, Autoklav
- Anreicherung von Luftkeimen, Kontaminationsrisiken, Desinfektion, Desinfektionsmittel, Sterilisation, Membranfiltermethode
- Mischkulturen - Reinkulturen - Stammkulturen, Ausstrichtechniken, Verdünnungsreihe
- Morphologische Untersuchung von Mikroorganismen, Aufbau und Benutzung eines Mikroskops
- Wirkungsweise von Antibiotika, Agardiffusionstest
- Erlernen von Arbeitstechniken im Umgang mit anaeroben Mikroorganismen am Beispiel *Clostridium pasteurianum*, Endosporenbildner
- 16S rRNA-Gen-Analyse
- Erlernen wichtiger Färbemethoden und Schnelltests zur Differenzierung von Bakterien: Gram-Färbung, Kapseldarstellung mit Tusche, KOH-Schnelltest
- Mikrobieller Stärkeabbau
- Techniken zur Unterscheidung von Bakterien aufgrund ihrer Stoffwechseleigenschaften, Erlernen des Umgangs mit kommerziellen Testsystemen am Beispiel der Identifizierung von Enterobakterien: API-20E Tests und EnteroPluri-Test; MALDI-TOF-MS
- Wachstumskinetik von Mikroorganismen am Beispiel von *E. coli*: Bestimmung einer Wachstumskurve durch verschiedene Messmethoden, Berechnung von

	<p>Wachstumsparametern.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch das Erstellen von Gruppenprotokollen und Arbeitsblättern erlangen die Studierenden Sozialkompetenzen sowie Erfahrung in der Analyse wissenschaftlicher Texte, Datengewinnung und Auswertung.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Mikrobiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Fuchs, G <i>et al</i>: Allgemeine Mikrobiologie, ISBN 9783132434776</li> <li>• Brock: Biology of Microorganisms, ISBN 978-1-292-40479-0</li> </ul> <p><b>Mikrobiologisches Praktikum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte zum Praktikum</li> <li>• Fuchs, G <i>et al</i>: Allgemeine Mikrobiologie, ISBN 9783132434776</li> <li>• Brock: Biology of Microorganisms, ISBN 978-1-292-40479-0</li> <li>• Steinbüchel-Oppermann-Sanio: Mikrobiologisches Praktikum (Springer Lehrbuch), 978-3-662-63234-5</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrobiologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Mikrobiologie (P), 6 SWS, 6 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Mikrobiologie</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29 h</p> <p><b>Mikrobiologisches Praktikum</b></p> <p>Präsenzzeit: 90 h Selbststudium: 90 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung „Mikrobiologisches Praktikum“ (sA, Protokolle) erfolgreich bestanden haben.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.</p>

<b>Grundlagen der Verfahrenstechnik</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	5
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Schafmeister, Prof. Dr. Frühwirth
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Schafmeister, Prof. Dr. Frühwirth, Dr. Wetzel (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 2. Fachsemester



<b>Vorkenntnisse</b>	<b>Vorlesung Einführung in die Verfahrenstechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul> <b>Vorlesung Transportphänomene</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul> <b>Übung Grundlagen Verfahrenstechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik aus dem Modul Mathematik und Physik I</li> </ul>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <b>Vorlesung Einführung in die Verfahrenstechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Grundbegriffe der Verfahrenstechnik anwenden und einfache technische Verfahren verstehen und beurteilen.</li> <li>• kennen die Arbeitsgebiete und Anwendungen der Verfahrenstechnik.</li> </ul> <b>Vorlesung Transportphänomene</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Grundkonzepte der Strömung von Fluiden beschreiben und in technischen Fragestellungen anwenden, in reibungsfreien und realen Betrachtungen von Strömung durch Apparate und Anlagen.</li> <li>• kennen technische Anwendungen wie Behälterströmung, Pumpen und Rohrströmung.</li> <li>• kennen Systeme mit oder ohne Wärme- bzw. Stoffaustausch.</li> <li>• sind in der Lage, Grundkonzepte der Strömungslehre und in der Wärme- und Stoffübertragung in technischen Fragestellungen anzuwenden.</li> <li>• kennen die theoretischen Grundlagen zum tieferen Verständnis biotechnologischer und verfahrenstechnischer Vorgänge.</li> <li>• beherrschen die physikalischen Grundlagen der Mechanik, Strömungslehre und Wärmelehre.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <b>Vorlesung Einführung in die Verfahrenstechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahrenstechnik und Bioprozesstechnik</li> <li>• Grundoperationen der mechanischen, thermischen, chemischen und Bio-Verfahrenstechnik</li> <li>• thermodynamische Grundlagen von Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen (Phasenzustände, Wärmeenergie und Wärmeleistung, ideales Gasgesetz, Massen- und Energieerhaltungssätze, Phasengleichgewichte)</li> <li>• Grundlagen, Technologien und Applikationen von Bioreaktoren (physikalische Vorgänge beim Mischen und Rühren, Bauarten und Bestandteile von Rührkesseln, Berechnung der Leistungsaufnahme von Rührwerken)</li> <li>• Einführung in die Material- und Werkstoffwissenschaften (Systematik der Werkstoffe, Stähle, NE-Metalle, keramische Werkstoffe, Kunststoffe, Korrosion)</li> </ul> <b>Vorlesung Transportphänomene</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungslehre: Anwendung der Bernoulli-Gleichung auf ideale Behälter und Rohrsysteme</li> <li>• Beschreibung von laminarer und turbulenter Strömung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reale Rohr- und Behälterströmung</li> <li>• Beschreibung und Auslegung von Pumpen und Verdichtern</li> <li>• Stoffübertragung: Mechanismen der Stoffübertragung, Diffusion, Konvektion</li> <li>• Modelltheorien der Stoffübertragung</li> <li>• Übertragung von gasförmigen Komponenten in Flüssigkeiten, kLa-Wert Methoden</li> <li>• Wärmeübertragung: Mechanismen der Wärmeübertragung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Einführung in die Verfahrenstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigenes Skript</li> </ul> <p><b>Vorlesung Transportphänomene</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baer, Stefan, Wärme- und Stoffübertragung, Springer, 2013</li> <li>• Vauck, Müller, Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik, Wiley</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Verfahrenstechnik (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Transportphänomene (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Grundlagen Verfahrenstechnik (Ü), 1 SWS, 1 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Einführung in die Verfahrenstechnik</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Vorlesung Transportphänomene</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Übung Grundlagen Verfahrenstechnik</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 15 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Eine Prüfungsvorleistung findet in diesem Modul nicht statt.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Mathematik und Physik II</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	5
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Burghardt
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Burghardt, Frau Stöcken, Herr Merkle (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie, BSc., Pflichtmodul, 2. Fachsemester

<b>Vorkenntnisse</b>	Kenntnis der Lehrinhalte des Moduls Physik aus dem 1. Semester
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Mathematik II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen der höheren Mathematik, die für ein anwendungsbezogenes naturwissenschaftliches und technisches Studium erforderlich sind und können entsprechende Übungsaufgaben lösen.</li> </ul> <p><b>Programmierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen der Programmierung, die für ein anwendungsbezogenes naturwissenschaftliches und technisches Studium erforderlich sind und können entsprechende Übungsaufgaben lösen.</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen theoretische und praktische Kenntnisse auf den Gebieten der Physik, die für technische Anwendungen in der pharmazeutischen Biotechnologie relevant sind. Hierzu gehören die Themen Wärmetransport und Thermodynamik.</li> <li>• kennen die physikalischen Grundlagen der Wärmelehre. Das theoretische Wissen wird durch Übungsaufgaben ergänzt.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Mathematik II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften von Funktionen (Monotonie, Periodizität, Umkehrbarkeit), Umkehrfunktionen</li> <li>• Differentialrechnung: Ableitung der Umkehrfunktion, Kurvendiskussion</li> <li>• Integrationsregeln (Partielle Integration, Substitution, Partialbruchzerlegung)</li> <li>• reellwertige Funktionen mehrerer Veränderlicher: Partielle Ableitungen, Gradienten, lokale Extrema, Integration in mehreren Dimensionen</li> </ul> <p><b>Programmierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variablentypen</li> <li>• Funktionen</li> <li>• Einführung in eine Programmiersprache wie R, Python, Matlab oder ähnliche</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmetransport: Wärmeleitung, Wärmestrahlung</li> <li>• Thermodynamik: Zustandsgleichungen (ideales Gas), Kreisprozesse, Entropie, 1. und 2. Hauptsatz, Thermodynamische Potentiale und ihre Extremaleigenschaften, chemisches Potential mit Anwendungen (u. a. Osmose), Reaktionskinetik, Transportphänomene</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Mathematik II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg + Teubner, 2015--18, Bd. 1-3</li> <li>• Rießinger, T., Mathematik für Ingenieure, Springer Vieweg, 2017</li> <li>• Rießinger, T., Übungsaufgaben zur Mathematik für</li> </ul>

	<p>Ingenieure, Springer Vieweg, 2017</p> <p><b>Programmierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Dörn, Programmieren für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2016</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übung Physik II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halliday, Resnick, Walker: Halliday Physik, Wiley-VCH, 2019</li> <li>• P. A. Tipler &amp; G. Mosca, Physik, Springer Spektrum, 2019</li> <li>• M. Elstner, Physikalische Chemie, Bd. 1, Springer Spektrum, 2017</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik II (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Programmierung (Ü), 1 SWS, 1 LP</li> <li>• Physik II (V+Ü), 2 SWS, 2 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Mathematik II</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Programmierung</b></p> <p>Präsenzzeit: 15 h Selbststudium: 15 h</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Physik II</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Chemie II</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	6
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Traub, Prof. Dr. Schips
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Traub, Prof. Dr. Schips
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 2. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Allgemeine und analytische Chemie II</b> Empfehlung: Chemievorlesungen aus dem 1. Semester</p> <p><b>Praktikum analytische Chemie II</b> Empfehlung: Chemievorlesungen und Praktikum analytische Chemie I aus dem 1. Semester</p>

<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen theoretische und praktische Kenntnisse in den Bereichen der Spektroskopie und Chromatographie.</li> <li>• sind in der Lage, selbständig chemisch-analytische Routinearbeiten in o. g. Bereichen durchzuführen, diese zu bewerten und korrekt zu protokollieren.</li> <li>• besitzen Kenntnisse in den Bereichen der analytischen und präparativen Chromatographie (mit dem Schwerpunkt LC) und der Spektroskopie.</li> <li>• haben praktische Kenntnisse in den Bereichen Anreicherung/Reinigung organischer Stoffe sowie in der instrumentellen Analytik.</li> <li>• besitzen die Fähigkeit zur selbständigen Literaturrecherche im Bereich der chemischen Analytik.</li> <li>• sind in der Lage, Rohdaten korrekt zu erfassen und eine Auswertung der Messergebnisse vorzunehmen.</li> <li>• kennen das Zusammenwirken und die Regulation der Stoffwechselwege in Abhängigkeit vom physiologischen Zustand der Zelle.</li> <li>• besitzen Kenntnisse im Bereich der Reaktionskinetik und Energetik sowie auf dem Gebiet der Biopolymere und deren Grundbausteinen.</li> <li>• verstehen, die Regulation des Stoffwechsels sowie pathologische Mechanismen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Allgemeine und analytische Chemie II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektroskopische Verfahren: Grundlagen der Spektroskopie (Plancksche Gleichung, Atomspektren, Molekülspektren); UV/Vis-Spektroskopie (Lambert-Beer, Anwendungsbeispiele aus dem Bereich chemische/biochemische Analytik: Proteinbestimmung Abs. 280/205, Biuret, Lowry, BCA, Bradford); Fluoreszenzspektroskopie/Fluoreszenzdetektion (Jablonsky, Stoksche Verschiebung, Fluoreszenzintensität, intrinsische/extrinsische Fluoreszenz)</li> <li>• Grundlagen der Chromatographie (Trennprinzipien, Übersicht Chromatographiemethoden)</li> <li>• Chromatographische Kenngrößen und Auswertung von Chromatogrammen (u. a. van Deemter Gleichung, Ursache von Bandenverbreiterungen, NG/BG, Kalibrierfunktionen)</li> <li>• Stationäre Phasen bei der Flüssigkeitschromatographie: NPC (u. a. Polaritäten, elutrope Reihe); RP (u. a. Polaritäten, elutrope Reihe, Festphasenextraktion); HIC (Anwendung bei der Proteinanreicherung/Reinigung); IC (mit Beispielen aus den Bereichen AS- und Proteinanalytik, Wasseranalytik); SEC (Entsalzen, Umpuffern, Fraktionierung von Makromolekülen, Molekulargewichtsbestimmung); AC (Ligand-Rezeptor- WW., Herstellung von Affinitätsmatrizes, monospezifische/gruppenspezifische Liganden, Bsp. für Matrizes: Protein A/G, Lektine, Reinigung von getaggtten Proteinen, IMAC); Mixed-mode-Medien</li> <li>• Dünnschichtchromatographie (Rf-Wert, zweidimensionale DC, Detektionsverfahren, Derivatisierungsmethoden)</li> <li>• HPLC (Durchführung, Anwendungsbereiche,</li> </ul>

	<p>Detektionsmethoden im Vergleich, HPLC-MS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massenspektroskopie</li> <li>• Gaschromatographie</li> </ul> <p><b>Praktikum analytische Chemie II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxtitration, Fällungstitration, Komplexometrie</li> <li>• UV/Vis-Spektroskopie (u. a. Nachweis pharmazeutischer Wirkstoffe; Kinetik enzymatischer Reaktionen)</li> <li>• colorimetrische Methoden zur quantitativen Proteinbestimmung</li> <li>• Dünnschichtchromatographie von pharmazeutischen Wirkstoffen und Aminosäuren</li> <li>• Ionenchromatographie und Größenausschlusschromatographie</li> <li>• Derivatisierung und Analytik von Naturstoffen</li> <li>• Individuelle Abschlussanalyse (inkl. selbständiger Literaturrecherche durch die Studierenden)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Allgemeine und analytische Chemie II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromatographie/Spektroskopie, Böcker, Vogel Verlag</li> <li>• Lottspeich, Bioanalytik, Spektrum Verlag</li> <li>• Ehlers, Analytik I und II, Deutscher Apotheker Verlag</li> </ul> <p><b>Praktikum analytische Chemie II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Böcker, Chromatographie/Spektroskopie, Vogel Verlag</li> <li>• Lottspeich, Bioanalytik, Spektrum Verlag</li> <li>• Ehlers, Analytik I und II, Deutscher Apotheker Verlag</li> <li>• Pharm. Eur.</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine und analytische Chemie II (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Analytische Chemie II (P), 4 SWS, 4 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Allgemeine und analytische Chemie II</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29 h</p> <p><b>Praktikum analytische Chemie II</b></p> <p>Präsenzzeit: 60 h Selbststudium: 60 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung des Praktikums „analytische Chemie II“ (sA) erfolgreich bestanden haben.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.</p>

<b>Molekularbiologie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	6
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	2 Semester

<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Otte, Prof. Dr. Grammel
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Otte, Prof. Dr. Grammel, Dr. Schmidt (LB), Dr. Gilles (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 2. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Molekularbiologie</b> Empfehlung: Zellbiologie, 1. Semester Grundkenntnisse der in der Zelle ablaufenden genetischen Prozesse</p> <p><b>Praktikum Molekularbiologie</b> Empfehlung: Vorlesung Molekularbiologie Kenntnisse in der Kultivierung von Mikroorganismen, sterile Arbeitsweise</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen Kenntnisse über die genetischen Prozesse in der Zelle (Replikation, Transkription, Translation), sowie über Mutationen und die Reparatur von DNA.</li> <li>• sind in der Lage, die grundlegenden Methoden bei der Arbeit mit DNA (der Sicherheitsstufe S1) anzuwenden.</li> <li>• können die grundlegenden Methoden zur Erzeugung und Handhabung von gentechnisch veränderten Mikroorganismen (GVO) praktisch anwenden.</li> <li>• kennen grundlegende molekularbiologische Arbeitstechniken zur Erzeugung gentechnisch veränderter Mikroorganismen und zur heterologen Expression von rekombinanten Proteinen.</li> <li>• kennen Strategien für Klonierungsexperimente.</li> <li>• sind fähig, Daten in wissenschaftlichen Protokollen und Berichten auszuwerten und zusammenzufassen.</li> <li>• kennen die gesetzlichen Regelungen für den sachgemäßen Umgang mit GVOs.</li> <li>• beherrschen die Grundlagen im methodischen Umgang mit Nukleinsäuren (Methoden der Gentechnik).</li> <li>• können in Gruppen zusammenarbeiten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Molekularbiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Geschichte der Molekularbiologie</li> <li>• Struktur von Nukleinsäuren: Nukleotide, Doppelhelix, DNA-Ringe, Zellkern, Chromatin, Nukleosom, Chromosomen</li> <li>• Chromatin und Chromosomen</li> <li>• Replikation: Vorgänge an der Replikationsgabel bei Pro- und Eukaryonten</li> <li>• Transkription: Aufbau Promotor, Transkriptionsfaktoren, Elongation, Termination</li> <li>• Prozessieren der mRNA: Spleissen, Editieren, Capping, Polyadenylierung</li> <li>• Translation: Ablauf und Elemente der Translation</li> <li>• Genetischer Code, Rekombination, Mutation, Reparatur</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkriptionskontrolle</li> <li>• Mitose und Meiose, dominante und rezessive Erbgänge</li> <li>• Epigenetik</li> <li>• CRISPR/Cas9</li> <li>• nicht-kodierende RNAs</li> <li>• Gentechnische Methoden, Restriktionsenzyme, Vektoren, molekulare Klonierung, DNA-Sequenzierung, PCR und qRT-PCR</li> <li>• Zellsysteme für die Angewandte Biotechnologie: Prokaryonten, Hefen, Diatomeen, maritime Systeme</li> <li>• Einführung in die Stammzellgenetik, "Lab-On-A-Chip"</li> </ul> <p><b>Praktikum Molekularbiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klonierung eines Gens und heterologe Expression des klonierten Gens (<i>E.coli</i>)</li> <li>• Restriktionsverdau zur Isolierung von Insert und Vektor</li> <li>• Dephosphorylierung eines Vektors</li> <li>• präparative Gelelektrophorese zur Isolierung von DNA aus Agarosegelen</li> <li>• Aufreinigung von DNA aus Agarosegelen</li> <li>• Konzentrationsbestimmung von DNA mittels Spektrometrie</li> <li>• Ligationsreaktion zur Herstellung rekombinanter Vektoren</li> <li>• Herstellung kompetenter Bakterien und Transformation von rekombinanter DNA in prokaryontische Wirtsorganismen</li> <li>• Selektion und Verifikation positiver Transformanten durch Plasmidpräparation und Restriktionsverdau sowie Colony-PCR</li> <li>• Heterologe Proteinexpression in <i>E. coli</i></li> <li>• Fluoreszenzmikroskopie</li> <li>• Transformation und Selektion</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Molekularbiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Genetik, Alfred Nordheim &amp; Rolf Knippers, Thieme Verlag, Stuttgart</li> <li>• Molecular Biology of the Gene, Watson, Baker, Bell, Gann, Levine, Losick, Addison Wesley Verlag</li> <li>Der Experimentator: Molekularbiologie/Genomics, Cornel Mülhardt, Spektrum Akademischer Verlag, 5. Auflage, 2006</li> <li>• Molecular Biology of the Gene, Watson, Andrew P. Read Wiley-Liss Verlag</li> </ul> <p><b>Praktikum Molekularbiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zum Praktikum</li> <li>• Molecular cloning: A Laboratory manual, Maniatis, Sambrook, Rusell, 3rd Volume Edition</li> <li>• Der Experimentator Molekularbiologie/Genomics, C. Mülhardt, Spektrum Akademischer Verlag, 5. Auflage, 2006</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekularbiologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Molekularbiologie (P), 4 SWS, 4 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Molekularbiologie</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29 h</p> <p><b>Praktikum Molekularbiologie</b></p> <p>Präsenzzeit: 60 h</p>



	Selbststudium: 60 h
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung „Praktikum Molekularbiologie“ (sA in Form von Protokollen zum Praktikum) in diesem Modul erfolgreich bestanden haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Biochemie I</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	7
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	7
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Zimmermann, Prof. Dr. Ebert
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Zimmermann, Prof. Dr. Ebert, PD Dr. Bischoff (LB), Petra Kienzle (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Angewandte Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 2. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Biochemie</b> Empfehlung: Modul Grundlagen der Chemie sowie Modul Mathematik und Physik I</p> <p><b>Praktikum Biochemie</b> Empfehlung: Modul Grundlagen der Chemie sowie Modul Mathematik und Physik I</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Biochemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Struktur von Proteinen und die Prinzipien von Allosterie.</li> <li>• besitzen Grundkenntnisse im Bereich der Reaktionskinetik und Energetik.</li> <li>• kennen die Aufgaben von Enzymen und deren Funktion insbesondere im Stoffwechsel von Säugetieren.</li> <li>• kennen das Zusammenwirken und die Regulation der Stoffwechselwege in Abhängigkeit vom physiologischen Zustand der Zelle sowie bei Stoffwechselkrankheiten.</li> <li>• kennen die Wege des Grundstoffwechsels.</li> <li>• verstehen die Grundprinzipien der Regulation des Stoffwechsels.</li> </ul> <p><b>Praktikum Biochemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen biochemische Laborarbeitstechniken.</li> <li>• können Enzymkinetiken untersuchen und die wichtigsten</li> </ul>

	<p>Hemmtypen unterscheiden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, den theoretischen Aufbau enzymatischer und immunchemischer Assays und deren Aussagekraft zu verstehen.</li> <li>• können Assays planen, aufbauen, durchführen, analysieren und theoretisch auswerten und interpretieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Biochemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Struktur von Proteinen</li> <li>• Enzyme und ihre Funktion</li> <li>• Aufbau und Stoffwechsel der Kohlenhydrate, Glykolyse, Gluconeogenese, Glykogen, Cori-Zyklus</li> <li>• Citratzyklus, anaplerotische Reaktionen, Pentose-phosphatweg, Coenzyme, prosthetische Gruppen und Vitamine</li> <li>• Funktionen, Aufbau und Stoffwechsel der Lipide, Beta-Oxidation, Fettsäuresynthese, Ketonkörperstoffwechsel, Lipidneogenese</li> <li>• Oxidative Phosphorylierung, Chemiosmose, ATP-Synthese, Redoxpotential</li> <li>• Photosynthese, Licht- und Dunkelreaktion</li> <li>• Aminosäuren-Metabolismus, Regulation des Stoffwechsels durch Hormone, Organspezialisierung im Stoffwechsel, Pathobiochemie</li> <li>• Stoffwechsel von Tumorzellen und Zelllinien</li> <li>• Bioenergetik, Redoxreaktionen in der Biologie</li> <li>• Biosynthese von Kohlenhydraten (Gluconeogenese), Aminosäuren, Lipiden und Nucleotiden</li> <li>• Elektronentransport und ATP-Synthese</li> </ul> <p><b>Praktikum Biochemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegender mechanischer Aufschluss von Zellen zur Aufreinigung von Proteinen</li> <li>• Anreicherung von Enzymen durch Ammoniumsulfat-Präzipitation</li> <li>• Bradford Test zur Bestimmung der Proteinkonzentration</li> <li>• Enzymkinetik mit unterschiedlichen Inhibitionen und Bestimmung der Michaelis-Menten-Parameter</li> <li>• gekoppelte enzymatische Tests zum Zuckernachweis</li> <li>• SDS-PAGE mit Coomassie-Färbung</li> <li>• Western-Blot</li> <li>• Cytotoxizitätsassay</li> <li>• Direkter ELISA</li> <li>• Sandwich-ELISA</li> <li>• Software-basierte graphische Darstellung und Auswertung der Laborergebnisse</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Biochemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungspräsentation</li> <li>• Löffler, Petrides: Biochemie und Pathobiochemie</li> <li>• Koolman, Röhm: Taschenatlas Biochemie des Menschen</li> <li>• Michael Cox, David Nelson; Lehninger Biochemie, 4. Auflage, Springer-Verlag, 2009</li> <li>• Stryer Biochemie, Lubert Stryer, Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Gregory J. Gatto, 8. Auflage, 2017, Springer-</li> </ul>

	<p>Verlag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biochemie, H. Robert Horton und Laurence A. Moran, 4. Auflage, Pearson Studium – Biologie</li> </ul> <p><b>Praktikum Biochemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Praktikumsskript</li> <li>Wollenberger: Analytische Biochemie: Eine praktische Einführung in das Messen mit Biomolekülen</li> <li>Lottspeich, Bioanalytik, Spektrum Verlag</li> <li>Michael Cox, David Nelson; Lehninger Biochemie, 4. Auflage, Springer-Verlag</li> <li>Stryer Biochemie, Lubert Stryer, Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Gregory J. Gatto, 8. Auflage, 2017, Springer-Verlag</li> <li>Biochemie, H. Robert Horton und Laurence A. Moran, 4. Auflage, Pearson Studium – Biologie</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biochemie (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>Biochemie (P), 5 SWS, 5 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Biochemie</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Selbststudium: 28,5 h</p> <p><b>Praktikum der Biochemie</b></p> <p>Präsenzzeit: 75 h</p> <p>Selbststudium: 75 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (90 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung „Praktikum der Biochemie“ (sA, Protokoll) erfolgreich bestanden haben.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.</p>

## Module im 2. Studienabschnitt (3. - 5. Semester)

<b>Gentechnik</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	7
<b>Präsenzzeit</b>	6
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Otte
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Otte
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 3. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Praktikum Gentechnik</b> Empfehlung: Vorlesung Molekularbiologie und Praktikum Molekularbiologie</p> <p><b>Vorlesung Moderne Methoden der Gentechnik</b> Empfehlung: Vorlesung Molekularbiologie und Praktikum Molekularbiologie</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen erweiterte Kenntnisse aus dem Bereich der Gentechnik, v. a. in Bezug auf Klonierungen von AAV Vektoren, Herstellung von mRNA Therapeutika und Anwendung der CRISPR/Cas Genomeditierung.</li> <li>• kennen modernste Techniken im Bereich Gentechnik und Genomik.</li> <li>• können erworbenes Wissen zum Erstellen eigener Protokolle anwenden.</li> <li>• haben erweiterte praktische und theoretische Kenntnisse im Umgang mit gentechnischen Methoden. Im Vordergrund stehen hierbei Methoden zur molekularen Herstellung von mRNA und AAV basierten Therapeutika, sowie der Genomeditierung.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Praktikum Gentechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klonierung eines Gens in einen AAV Expressionsvektor</li> <li>• Restriktionsverdau</li> <li>• Dephosphorylierung</li> <li>• Präparative Gelelektrophorese</li> <li>• Aufreinigung von DNA aus Agarosegelen</li> <li>• Konzentrationsbestimmung von DNA mittels Spektrometrie</li> <li>• Ligationsreaktion</li> <li>• Transformation von rekombinanter DNA in prokaryontische Wirtsorganismen</li> <li>• Verifikation positiver Transformanten durch Plasmidpräparation, Restriktionsverdau, Colony-PCR und</li> </ul>

	<p>Sequenzierung</p> <p>Herstellung von mRNA Therapeutika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermehrung, Isolierung und Aufreinigung von Plasmid-DNA</li> <li>• In vitro Transkription</li> <li>• Nachweis durch cDNA Synthese und qPCR</li> </ul> <p>Genomeditierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformation von Plasmiden mit kodierenden Einheiten für sgRNAs und donor-Sequenzen in Cas9 exprimierende E.coli Zellen</li> <li>• Nachweis der Genomeditierung durch Multiplex PCR</li> </ul> <p><b>Vorlesung Moderne Methoden der Gentechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NGS-Sequenzierungstechniken</li> <li>• Genom- und Transkriptionssequenzierungen</li> <li>• Microarray-Analysen</li> <li>• Humanes Genomprojekt</li> <li>• eukaryontische und prokaryontische Expressionssysteme zur heterologen Proteinproduktion</li> <li>• Optimierung von Expressionssystemen durch genetische Modulation</li> <li>• nicht-kodierende RNAs als gentechnische Werkzeuge</li> <li>• aktuelle technische Neuerungen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Praktikum Gentechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molecular cloning: A Laboratory manual, Maniatis, Sambrook, Rusell, 3rd Volume Edition</li> <li>• Der Experimentator Molekularbiologie/Genomics, C. Mülhardt, Spektrum Akademischer Verlag, 5. Auflage, 2006</li> </ul> <p><b>Vorlesung Moderne Methoden der Gentechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle wissenschaftliche Artikel</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gentechnik (P), 5 SWS, 6 LP</li> <li>• Moderne Methoden der Gentechnik (V), 1 SWS, 1 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Praktikum Gentechnik</b></p> <p>Präsenzzeit: 75 h</p> <p>Selbststudium: 105 h</p> <p><b>Vorlesung Moderne Methoden der Gentechnik</b></p> <p>Präsenzzeit: 15 h</p> <p>Selbststudium: 14 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung des Praktikums „Gentechnik“ (sA) erfolgreich absolviert haben.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.</p>

<b>Technische Mikrobiologie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6

<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	6
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Gaisser
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Gaisser
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 3. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Mikrobielle Biotechnologie</b> Empfehlung: Vorlesung/Praktikum Mikrobiologie (1. Semester)</p> <p><b>Praktikum der Technische Mikrobiologie</b> Empfehlung: Vorlesung/Praktikum Mikrobiologie (1. Semester)</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben, erlangen und vertiefen essentielle Handlungskompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Fachkompetenz durch <ul style="list-style-type: none"> <li>• die praktische Durchführung fermentativer Produktionsverfahren mit prokaryotischen Zellen.</li> <li>• Den Teilnehmern des Moduls wird ein Überblick über grundlegende Konzepte Mikroorganismen-basierter Herstellungsprozesse von wichtigen industriellen Produkten wie beispielsweise Antibiotika (Penicillin, Erythromycin) vermittelt.</li> <li>• Die Studierenden gewinnen wichtige Kenntnisse über die Bedeutung von Mikroorganismen in biotechnologischen Produktionsprozessen und über die Arbeitstechniken zur Durchführung von Fermentationen sowie über historische und moderne Beispiele mikrobieller Produktionsverfahren.</li> <li>• Die erfolgreichen Teilnehmer beherrschen sowohl grundlegende Arbeitstechniken zur Durchführung von Fermentationen als auch die fachspezifische Terminologie in Deutsch und Englisch.</li> </ul> </li> <li>• Vertiefung der Sozialkompetenz durch routinierte Teamarbeit und Erstellung von Gruppenprotokollen.</li> <li>• Erfahrungserweiterung in der Analyse wissenschaftlicher Texte, Datengewinnung und Auswertung.</li> <li>• Die Studierenden erarbeiten Schlüsselkompetenzen, die für ein erfolgreiches, zukünftiges Arbeiten in einer professionellen Arbeitsumgebung essentiell sind.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende Fachkompetenzen vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Mikrobielle Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau eines Bench-Top Fermenters</li> <li>• historischer Überblick: Mikroorganismen und Biotechnologie, Produkte, Beispiele von Primär- und Sekundärmetaboliten</li> <li>• Überblick über den Produktionsprozess, mikrobielle Produzenten, Produzentenscreening, Bioprospecting und</li> </ul>

	<p><b>Biomining</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammentwicklung: klassische Methoden: Mutagenese und Screening, Beispiel: Penicillin</li> <li>• Stammentwicklung: moderne Methoden: Transcriptom/ Proteom/ Metabolom, Genetic Engineering, Gen- Shuffling, CRISPR-Cas</li> <li>• Prozessentwicklung und Medien-Entwicklung, Wachstumsparameter</li> <li>• Batch/Fed-Batch/Kontinuierliches System, Beispiele Hefeherstellung, Pasteur- und Crabtree-Effekt, Quorn, Astaxanthin, Probiotics</li> <li>• organische Säuren: Zitronensäureherstellung, Gluconsäure, Milchsäure, Essigherstellung</li> <li>• Aminosäuren und Vitamine: Glutamat, Lysin, Aspartam, Vitamin B12, Vitamin B2, Biotin, Vitamin C</li> <li>• Polymere: PHB und Bioplastik, Natto, Xanthan, Dextran</li> <li>• antimikrobielle Wirkstoffe: Chemotherapeutische Agenzien: Salvarsan, Sulfanilamide, Quinolone, Antibiotika: Penicillin, Streptomycin, Überblick Antibiotika</li> <li>• Enzyme: alpha-Amylasen, solid state fermentation, Enzyme und Detergenzien, rekombinante Produkte: Insulin, heterologe Expression</li> </ul> <p><b>Praktikum Technische Mikrobiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen der Arbeitsschritte zur Vorbereitung des Bioreaktors für die Autoklavierung, Aufbau eines Bioreaktors zur Fermentation, Benutzung der Steuereinheit, Kalibrierung der pH-Sonde, Test der DO (dissolved oxygen)- Sonde; Kalibrierung der DO- Sonde, Medienherstellung, Inokulation und Ernte, Probenahme</li> <li>• Anzucht einer Vorkultur und Durchführung der Fermentation von <i>E. coli</i> XL1Blue, Abbau des Bioreaktors, Autoklavierung, Reinigung der Apparaturen, Dokumentation der Ergebnisse</li> <li>• Inokulation, Probenahme, computergestützte Datenaufnahme, Wachstumskurve, Ernte, Autoklavieren und Reinigung der Apparatur, Protokollerstellung</li> <li>• Fermentation eines <i>E. coli</i>-Stammes zur Expression von GFP; der verwendete Stamm entspricht dem Konstrukt, welches von den Studierenden im Praktikum Gentechnik hergestellt wird.</li> <li>• Das eingefrorene Zellsediment wird im Rahmen des Praktikums Biotechnologische Aufarbeitung weiterbearbeitet.</li> <li>• Kultivierung des filamentös wachsenden gram-pos. Bakteriums <i>Saccharopolyspora erythraea</i> (Erythromycin Produzent)</li> <li>• Anzucht des Organismus in Flüssigkultur, mikroskopische Untersuchung des Mycelwachstums, Wachstum auf Agarplatten: Substrat-, Luftmycel, Sporen</li> <li>• Überimpfen der Flüssigkultur in Produktionsmedium (Schüttelkolben)</li> <li>• Ernte des Überstandes der Produktionskultur</li> <li>• Der Überstand wird von den Studierenden mit Hilfe eines Agardiffusionstests untersucht.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Mikrobielle Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentation Microbiology and Biotechnology, EMT EI-</li> </ul>

	Mansi et al., fourth edition, ISBN-10: 113858102X  <b>Praktikum Technische Mikrobiologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript der Arbeitsanweisung Biostat® B-DCU und Praktikumsskript</li> <li>• Fermentation Microbiology and Biotechnology, EMT EI- Mansi et al., fourth edition, ISBN-10: 113858102X</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrobielle Biotechnologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Technische Mikrobiologie (P), 4 SWS, 4 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Vorlesung Mikrobielle Biotechnologie</b> Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29 h  <b>Praktikum Technische Mikrobiologie</b> Präsenzzeit: 60 h Selbststudium: 60 h
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung des „Praktikums der Technischen Mikrobiologie“ (sA) erfolgreich absolviert haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Molekulare Medizin</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Otte
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Otte
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 3. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<b>Vorlesung Humangenetik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhaltlich: Vorlesung Zellbiologie, Vorlesung Molekularbiologie, Vorlesung Biochemie</li> </ul> <b>Vorlesung Molekulare Medizin</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhaltlich: Empfehlung: Module des 2. Studienabschnittes</li> </ul> <b>Projektarbeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhaltlich: Seminar Molekulare Medizin, Vorlesungen Zellbiologie, Molekularbiologie, Biochemie</li> </ul>
<b>Lernergebnisse</b>	Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,



	<p><b>Vorlesung Humangenetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden Prinzipien der Humangenetik und der Vererbung.</li> <li>• Haben vertiefte Kenntnisse über molekulare Mechanismen der Genexpression und -regulation.</li> <li>• haben die Fähigkeit zur Anwendung genetischer Analysemethoden zur Erforschung menschlicher Krankheiten sowie Einblicke in deren Anwendung in anderen Bereichen.</li> <li>• kennen den Aufbau des humanen Genoms, die Bedeutung von Sequenzvariationen und deren Anwendung in der medizinischen Diagnostik erläutern.</li> <li>• verstehen die ethischen, sozialen und rechtlichen Implikationen der Humangenetik.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Molekulare Medizin</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen einen Einblick in aktuelle Forschungsgebiete im Bereich der molekularen Medizin und kennen ihre Auswirkungen auf Ursachenforschung, Diagnostik und Therapie.</li> <li>• kennen modernste Techniken und Modelle im Bereich der Molekularen Medizin und personalisierten Medizin.</li> </ul> <p><b>Projektarbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haben erweitertes und vertieftes Wissen über aktuelle Themen der molekularen Medizin erworben</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftliche Originalberichte und Übersichtsartikel zu verstehen, ihre Inhalte zu analysieren, und in Form von Referaten einem Auditorium vorzustellen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende Fachkompetenzen vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Humangenetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Humangenetik: Geschichte und Grundbegriffe</li> <li>• Aktuelle Genom-Datenbanken und -projekte</li> <li>• Humane molekularbiologische Mechanismen wie DNA-Replikation, DNA-Reparatur und damit assoziierte Krankheiten</li> <li>• Aufbau des humanen Genoms</li> <li>• Repetitive Sequenzen und Strukturvarianten</li> <li>• Genommutationen, Chromosomenmutationen, Genmutationen: mit Krankheitsbeispielen</li> <li>• Zytogenetische Nomenklatur</li> <li>• Mendelsche Regeln, Erbgänge, Ausnahmen</li> <li>• Genomisches Imprinting und epigenetische Regulation</li> <li>• Genetische Kopplung: Rekombination, Haplotypen, Kopplungsungleichgewicht, Kopplungsanalysen</li> <li>• Polymorphismen, SNPs und Populationsgenetik, Assoziationsstudien</li> <li>• Methoden der Humangenetik: Karyotypisierung, PCR, Sequenzierung, Mikroarrays</li> <li>• Humangenetik in der medizinischen Diagnostik und Therapie (Stichwort: personalisierte Medizin)</li> <li>• Anwendung humangenetischer Methoden in weiteren Bereichen: Herkunftsanalysen, Forensik, Paläoanthropologie</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethische und soziale Aspekte der Humangenetik</li> <li>• Ausblick Gentherapie: Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Vorlesung Molekulare Medizin</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Aufgaben, Ziele und Anwendungsgebiete der Molekularen Medizin</li> <li>• Ursachen von Krankheiten: Genetik, Infektionen, Autoimmunität, Lebensstil/Umwelt: Überschneidungen</li> <li>• Einführung in verschiedene Forschungsgebiete der Molekularen Medizin, wie Onkologie/Krebs, Adipositas/Diabetes, Altersforschung: Ursachenforschung, aktueller Forschungsstand, Möglichkeiten der Einflussnahme</li> <li>• Methoden der Molekularen Medizin: Multi-Omics: Genomics, Transkriptomics, Proteomics/Metabolomics, Anwendungsbeispiele</li> <li>• Bioinformatik &amp; Systembiologie: Was können wir mit diesen Daten alles machen? (Stichwort KI, Netzwerkmodelle)</li> <li>• Zellbasierte Modelle (z.B. Zelllinien, Organoide)</li> <li>• Tiermodelle (auch Alternativen und ethische Aspekte)</li> <li>• Transfer auf den Menschen: Klinische Studien, Forschungsethik</li> <li>• Anwendung: Personalisierte Medizin heute (z.B. Krebstherapie, Genomsequenzierung, Pharmakogenetik) und morgen (Gentherapien, mRNA-basierte Therapien, Zelltherapien)</li> <li>• Einführung in "Zukunftsthemen" der Molekularen Medizin (z.B. Mikrobiom/Virom, regenerative Medizin/Tissue Engineering), ggf. als Gastvorträge</li> </ul> <p><b>Projektarbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es werden neueste Erkenntnisse der Biomedizin vorgestellt, kritisch diskutiert und in den gegenwärtigen Wissenstand eingeordnet.</li> <li>• Dies erfolgt primär durch studentische Vorträge basierend auf Originalveröffentlichungen aus renommierten wissenschaftlichen Zeitschriften.</li> <li>• Die Präsentationen erfolgen auf Englisch. Die Studierenden vertiefen und erweitern ihr Wissen durch Selbststudium ausgewählter Themen aus den Bereichen der molekularen Medizin.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Humangenetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jan Diether Murken, Tiemo Grimm, Elke Holinski-Feder, Klaus Zerres: Taschenlehrbuch Humangenetik - 9. teilaktualisierte Auflage (2017)</li> <li>• Torben Christoph Müller: 1x1 der Klinischen Genetik – 1. Auflage (2011) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> <li>• Online-Ressourcen und Datenbanken, wie PubMed und ScienceDirect</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Vorlesung Molekulare Medizin</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hirsch-Kauffmann, Monica; Schweiger, Manfred; Schweiger, Michal-Ruth: Biologie und molekulare Medizin für Mediziner und Naturwissenschaftler, 7. Aufl., Thieme 2015</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• andere Standardlehrbücher der Molekularen Medizin und der Pathobiochemie (z.B. Löffler-Petrides, Biochemie und Pathobiochemie, Springer Verlag)</li> <li>• aktuelle Übersichts- und Originalarbeiten</li> </ul> <p><b>Projektarbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primär- und Übersichtsartikel aus wissenschaftlichen Journalen, wird im Kurs bekannt gegeben</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humangenetik (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Molekulare Medizin (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Projektarbeit, 1 SWS, 2 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Humangenetik</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Seminar Molekulare Medizin</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Projektarbeit</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 45 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung besteht aus einer Klausur (60 Minuten) über die Inhalte aus den Lehrveranstaltungen "Humangenetik" und „Molekulare Medizin“, sowie einer unbenoteten, schriftlichen Ausarbeitung (Protokoll) zur „Projektarbeit“.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Biostatistik</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	5
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	4
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Burghardt
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Burghardt
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 3. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<b>Vorlesung und Übung Biostatistik</b> Empfehlung: Mathematik I, Mathematik II
<b>Lernergebnisse</b>	Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,  <b>Vorlesung und Übung Biostatistik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Grundlagen der Statistik soweit wie sie zur Auswertung von experimentellen Daten im Studiengang</li> </ul>

	<p>erforderlich sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können mit Hilfe statistischer Software Versuchsauswertungen durchführen und wenden die erworbenen Kenntnisse semesterbegleitend auf Versuche anderer Praktika an.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Biostatistik</b>  Der Lehrinhalt gliedert sich in folgende Themengebiete, die mit Übungsaufgaben und -beispielen vertieft werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>• Auswertung von Messdaten mittels Statistiksoftware</li> <li>• Fehlerfortpflanzungsgesetz</li> <li>• Hypothesen-Tests (u. a. t-Test, Binomialtest)</li> <li>• Ausgleichsrechnung (lineare und nicht-lineare Fits)</li> </ul> <p><b>Übung Biostatistik</b>  Der Lehrinhalt orientiert sich an den Themen der Vorlesung, die mit Übungsaufgaben und -beispielen vertieft werden. Mit Hilfe statistischer Software wie z.B. R, Python oder Ähnliche wenden die Studierenden die erworbenen Kenntnisse an.</p>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung und Übung Biostatistik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rudolf, Kuhlisch; Biostatistik, Pearson Studium, 2008</li> <li>• Ross, S. M.: Statistik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Spektrum Verlag, 2006</li> <li>• D. C. Montgomery &amp; George C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers, Wiley, 2010</li> <li>• Box, G. E. P.; Hunter, W. G. &amp; Hunter, J. S. Statistics for Experimenters John Wiley &amp; Sons, 2005</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biostatistik (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Biostatistik (Ü), 2 SWS, 3 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Biostatistik</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 20 h</p> <p><b>Übung Biostatistik</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 60 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Als Prüfungsleistung ist ein Portfolio (10 h) mit statistischen Analysen zu vorgegebenen Daten zu erstellen sowie zwei rechnergestützte Prüfungen a 60 Minuten zu absolvieren.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.</p>

<b>Zellkulturtechnik</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	6
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester

<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Hannemann
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Hannemann
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 3. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Zellkulturtechnik</b> Empfehlung: Vorlesung Zellbiologie, Praktikum der Technischen Mikrobiologie</p> <p><b>Praktikum Zellkulturtechnik</b> Empfehlung: Vorlesung Zellbiologie</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung und Praktikum Zellkulturtechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Funktionsweise der in zellbiologischen Laboren verwendeten Geräte (z.B. Mikroskope, Sterilwerkbänke (Laminar Flow Bänke), CO<sub>2</sub>-Inkubatoren, etc.).</li> <li>• können im Rahmen von Zellkulturarbeiten sterile Prozesse unter einer Sterilwerkbank durchführen.</li> <li>• können die Vor- und Nachteile der verschiedenen Transfektionsmethoden benennen.</li> <li>• kennen die grundsätzlichen Methoden zur Isolierung von transfizierten und selektierten Zellen (adhärente Zellen und Suspensionszellen).</li> <li>• kennen die Funktion des in der Zellkultur häufig verwendeten Serums (als Medienzusatz), bzw. die grundsätzlichen Funktionen der verwendeten Wachstumsfaktoren.</li> <li>• besitzen ein gutes theoretisches und praktisches Grundwissen über die Standardmethoden in zellbiologischen Laboratorien (z.B. Trypsinieren von adhären Zellen, Zellzahlbestimmung mittels Neubauer Zellzählkammer und automatisiertem System (Cedex), Transfektion von adhären Zellen mit verschiedenen Transfektionsreagenzien, Upscaling von Suspensionszellen (Hybridoma-Zellen) von der T25 Flasche bis Schüttelkolben und Spinner, Analyse der zellulären GFP (Green Fluoreszenz Protein) Expression mittels inversem Fluoreszenz-Mikroskop und Durchflusszytometrie.</li> <li>• kennen die Unterschiede bei der Arbeit mit adhären Zellen und Zellen die in Suspension wachsen.</li> <li>• kennen verschiedene Zelllinien (adhärente und Suspensionszelllinien).</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Zellkulturtechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Zellkulturtechnik</li> <li>• Theorie der sterilen Arbeitstechniken</li> <li>• Kontaminationsquellen und Kontaminationstypen</li> <li>• Medien und Medienbestandteile</li> <li>• Laborgeräte und Sterilisation</li> <li>• Zellfärbung und Zellzahlbestimmung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kultivierungsgefäße und -bedingungen</li> <li>• Zelltypen (Adhärente Zellen und Suspensionszellen)</li> <li>• verschiedene Transfektions- und Selektionsmethoden</li> </ul> <p><b>Praktikum Zellkulturtechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• steriles Arbeiten unter einer Sterilwerkbank</li> <li>• Medium Ansatz</li> <li>• Kultivierung von Zellen die adhärent bzw. In Suspension wachsen</li> <li>• Expansion von Suspensionszellen von der T-Flasche bis Schüttelkolben und Spinner.</li> <li>• Trypanblau Färbung und Zellzahlbestimmung mittels Neubauer Zählkammer und dem automatisierten Zellzählgerät „Cedex“</li> <li>• Berechnen und Einstellen der benötigten Zelldichte zum Passagieren von Zellen</li> <li>• verschiedene Transfektionsmethoden</li> <li>• Analyse der mit dem GFP (Green Fluoreszenz Protein) Gen transfizierten Fibroblasten Zellen per Fluoreszenzmikroskop und Durchflusszytometer</li> <li>• Analyse der Inprozesskontrollen zur Bewertung des Fermentationsprozesses wie Glukosegehalt, pO<sub>2</sub>, pH, Ammonium, Laktat</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung und Praktikum Zellkulturtechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zell- und Gewebekultur: Einführung in die Grundlagen sowie ausgewählte Methoden und Anwendungen, Toni Lindl, 2. Auflage, 2013, ISBN 978-3827411945</li> <li>• Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique, R. Ian Freshney, 2. Auflage 2005, ISBN 978-0471453291</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellkulturtechnik (V), 1 SWS, 1 LP</li> <li>• Zellkulturtechnik (P), 5 SWS, 5 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Zellkulturtechnik</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 14 h</p> <p><b>Praktikum Zellkulturtechnik</b>  Präsenzzeit: 75 h  Selbststudium: 75 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung Praktikum „Zellkulturtechnik“ (sA) erfolgreich absolviert haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Physiologie und Pathophysiologie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch

<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Zimmermann
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Zimmermann, Dr. Isbary (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 4. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Physiologie</b> Empfehlung: Zellbiologie, Biochemie I und Molekularbiologie</p> <p><b>Praktikum Histologie</b> Empfehlung: Praktikum Mikrobiologie</p> <p><b>Vorlesung Pathophysiologie</b> Empfehlung: Zellbiologie, Biochemie I und Mikrobiologie</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Physiologie und Praktikum Histologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den Grundlagen der Physiologie und der physiologischen Funktion und Regelkreisläufe der menschlichen Organe vertraut.</li> <li>• besitzen ein Verständnis der grundlegenden pathophysiologischen Vorgänge im Menschen.</li> <li>• kennen den Aufbau und die Cytoarchitektur der menschlichen Organe und Gewebe.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Pathophysiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden molekularen und zellulären Mechanismen, die Krankheiten verursachen.</li> <li>• sind fähig, die Pathophysiologie verschiedener Krankheiten zu erklären.</li> <li>• haben Kenntnisse über aktuelle Forschungsergebnisse und deren Anwendung in der Diagnose und Therapie von Krankheiten.</li> <li>• verstehen Krankheiten als Strukturdefekte und Dysregulation normaler Organfunktion.</li> <li>• Sind sich der Komplexität der verschiedenen Organsysteme sowie deren Zusammenspiel bewusst</li> <li>• können die Bedeutung diagnostischer Parameter für die Erkennung von Krankheiten kritisch reflektieren</li> <li>• vernetzen ihr biochemisches Grundwissen mit Fragen des medizinischen Alltags.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Physiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Physiologie, Regelkreisläufe allgemein, Aktionspotential, Anatomischer Überblick, Knochenbau und -physiologie</li> <li>• Entwicklungs- und Reproduktionsbiologie</li> <li>• Haut / Temperaturhaushalt</li> <li>• Herz und kardiovaskuläres System</li> <li>• Atmung und Transport der Atemgase im Blut</li> <li>• Blut und Blutbestandteile</li> <li>• Verdauung, Leberstoffwechsel</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niere und Homöostase</li> <li>• Muskulatur und Motorik</li> <li>• Endokrinologie</li> <li>• Zentrales Nervensystem, synaptische Übertragung und Sinnesphysiologie</li> <li>• Peripheres Nervensystem: Sympathikus und Parasympathikus</li> <li>• Grundlagen Pathophysiologie</li> </ul> <p><b>Praktikum Histologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Epithelgewebe und Haut</li> <li>• Binde- und Stützgewebe</li> <li>• Leber, Niere und andere Organe</li> <li>• Nerven- und Muskelgewebe</li> <li>• Blut, Blutgefäße und lymphatische Organe</li> <li>• Tumorgewebe</li> </ul> <p><b>Vorlesung Pathophysiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Krankheitsmechanismen: Definitionen und Konzepte</li> <li>• Genetische Ursachen von Krankheiten: Mutationen, genetische Prädispositionen</li> <li>• Molekulare Mechanismen: Signaltransduktionswege, Proteinfehlfaltung, und Zellzyklusregulation</li> <li>• Entzündungsprozesse und Immunantworten (z.B. bei Lungen- und entzündlichen Darmerkrankungen)</li> <li>• Häufige Herz-Kreislaferkrankungen und ihre Ursachen</li> <li>• Pathophysiologie von Stoffwechselerkrankungen (z.B. Diabetes)</li> <li>• Pathophysiologie der Niere, Zusammenhänge mit anderen Erkrankungen (z.B. Bluthochdruck, Diabetes)</li> <li>• Gerinnungsstörungen und andere hämatologische Störungen</li> <li>• Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems</li> <li>• Mechanismen von Krebsentstehung und -ausbreitung</li> <li>• Infektionskrankheiten und deren vielfältige Auswirkungen</li> <li>• Neurodegenerative und psychiatrische Erkrankungen</li> <li>• Aktuelle Behandlungsmöglichkeiten und Therapieansätze (Schwerpunkt ATMPs)</li> <li>• Ethische und soziale Implikationen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Physiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Despopoulos/Silbernagl: Taschenatlas der Physiologie</li> </ul> <p><b>Praktikum Histologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lüllmann-Rauch, Taschenlehrbuch Histologie, Thieme-Verlag</li> </ul> <p><b>Vorlesung Pathophysiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: Taschenatlas Pathophysiologie. Silbernagl S, Lang F, Hrsg. 6., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2019. Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> <li>• Online-Ressourcen und Datenbanken, wie PubMed und ScienceDirect</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histologie (P), 1 SWS, 2 LP</li> <li>• Pathophysiologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Physiologie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29 h</p> <p><b>Praktikum Histologie</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 45 h</p> <p><b>Vorlesung Pathophysiologie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,25 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (105 Minuten) über die beiden Vorlesungen. Zur Prüfungsleistung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung (sA) im „Praktikum Histologie“ erfolgreich bestanden haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Immunbiologie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Zimmermann
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Zimmermann, Prof. Dr. Gaisser, Dr. Alexander Ghanem (LB), Dr. Frederik Igney (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 4. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Immunbiologie</b>  Empfehlung: Zellbiologie, Biochemie I und Mikrobiologie</p> <p><b>Immunologisches Praktikum</b>  Empfehlung: Praktikum Biochemie und Praktikum</p> <p><b>Ringvorlesung Biotechnologie</b>  Empfehlung: Mikrobiologie, Zellbiologie, Molekularbiologie, Technische Mikrobiologie, Pharmazeutische Biotechnologie, Proteinbiochemie, Gentechnik</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Immunbiologie und Immunologisches Praktikum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in die Lage, die Grundlagen und Mechanismen der molekularen und zellulären Immunologie, der Immunpathologie und der Beteiligung des Immunsystems an Erkrankungen zu</li> </ul>

	<p>erkennen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit immunologischen Laborarbeiten sowie Ablauf und Interpretation von immunologischen Assays.</li> </ul> <p><b>Ringvorlesung Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gewinnen einen Überblick über zahlreiche Aspekte aktueller biotechnologischer Techniken und Entwicklungen in Industrie und Forschung. Dieses Wissen wird durch englischsprachige Vorlesungen im Rahmen der Ringvorlesung vermittelt. Die Vortragenden der Ringvorlesung stammen aus verschiedenen Forschungs- und Lehranstalten und wechseln von Semester zu Semester.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Immunbiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die grundlegenden Konzepte und Abläufe in der Immunologie</li> <li>• angeborene Immunität, Muster-Erkennungsrezeptoren, Antigenpräsentation, MHC- I und MHC-II</li> <li>• Antigenerkennung durch B- und T-Zellrezeptoren und Erzeugung der Rezeptorvielfalt</li> <li>• erworbene Immunität, Entwicklung und Reifung von Lymphozyten, Adaptive T-Zell vermittelte Immunantwort, Adaptive B-Zell vermittelte, humorale Immunantwort, Immunglobuline</li> <li>• Komplementsystem und -reaktionen</li> <li>• Toleranz und Autoimmunität</li> <li>• Immunpathologien, Hypersensitivitäten, Allergie</li> <li>• Tumormmunologie</li> </ul> <p><b>Immunologisches Praktikum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewinnung von Immunzellen aus Blut, Giemsa Färbung und Analyse der Immunzelltypen mittels Durchflusszytometrie</li> <li>• Isolation der peripheren mononukleären Zellen (PBMC) durch Dichtegradientenzentrifugation und in vitro Aktivierung der primären Lymphozyten, Analyse mit Durchflusszytometrie</li> <li>• Untersuchung der Phagozytoseaktivität mittels Durchflusszytometrie</li> <li>• Lateral Flow Assay zum Nachweis von Antigen- oder Allergen-spezifischen Antikörpern</li> </ul> <p><b>Ringvorlesung Biotechnologie</b> Die Inhalte wechseln in Abhängigkeit von den ausgewählten Themenbereichen und Dozenten</p>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Immunologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie</li> <li>• Abbas: Cellular and Molecular Immunology</li> <li>• Murphy: Janeway's Immunobiology</li> </ul> <p><b>Immunologisches Praktikum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikumsskript</li> </ul> <p><b>Ringvorlesung Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird in den einzelnen Veranstaltungen angegeben und wechselt jedes Semester.</li> </ul>

<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immunbiologie (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Immunologisches Praktikum, 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Ringvorlesung Biotechnologie (V), 1 SWS, 2 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Immunbiologie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29 h</p> <p><b>Immunologisches Praktikum</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 30 h</p> <p><b>Ringvorlesung Biotechnologie</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 45 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Zur Prüfungsleistung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung (sA) „Immunologisches Praktikum“ erfolgreich bestanden haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Upstream Processing and Engineering</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Hesse
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Hesse, Dr. Handrick, Dr. Rammo
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 4. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung und Praktikum Upstream Processing</b></p> <p>Lehrveranstaltungen zu den Themen: Umgang mit Differentialgleichungen, Bioverfahrenstechnik, Molekular- und Mikrobiologie und/oder Zellkultur</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen einen Überblick über wichtige mikrobiologische und eukaryontische Produktionsverfahren/-prozesse und Produktionsstämme/-zelllinien sowie über Strategien zur kontrollierten Expression und Herstellung von modernen Biopharmazeutika (Peptide, Proteine, Hormone, Antikörper und Antikörperderivate, Vaccine, Viren, Virus like particles, zellbasierte Therapeutika, Exosomen).</li> <li>• kennen prozessrelevante Stoffwechselwege (Zellphysiologie/Biochemie), deren Bedeutung im Bioprozess und prozessrelevante Strategien zu deren Modulation.</li> <li>• kennen die wichtigsten Kultivierungs- und</li> </ul>

	<p>Prozessführungsstrategien sowie deren technische Realisierung und sind mit dem Process analytical technology (PAT) Konzept vertraut.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind theoretisch und praktisch mit den Komponenten von Pro- und Eukaryontenreaktoren vertraut (inkl. moderner Mess-/Steuerungs- und Regeltechnik).</li> <li>• besitzen die Kompetenz, Prozessbilanzierungen eigenständig durchzuführen.</li> <li>• haben Grundkenntnisse im Bereich der Prozessauslegung und Prozessoptimierung und sind in der Lage, Prozessauswertungen selbständig durchzuführen.</li> <li>• kennen Anforderungen der biopharmazeutischen Herstellung nach GMP.</li> <li>• sind in der Lage, Standardarbeitsanweisungen (SOPs) und GMP-Protokolle zu erstellen.</li> <li>• sind befähigt, einen Produktionsprozess unter GMP-ähnlichen Bedingungen im technischen Maßstab zu planen und durchzuführen, ein Herstellungsprotokoll anzufertigen und im Rahmen eines Audits zu vertreten.</li> <li>• können die Grundbegriffe der Verfahrenstechnik anwenden und einfache technische Verfahren verstehen und beurteilen.</li> <li>• kennen die Arbeitsgebiete und Anwendungen der Verfahrenstechnik.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung und Praktikum Upstream Processing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Prozessentwicklung</li> <li>• Zellfabriken (prozessrelevante Biochemie/ Zellphysiologie von Pro- und Eukaryonten)</li> <li>• mikrobiologische und eukaryontische Produktionsverfahren und Prozesse</li> <li>• Produktionsstämme/- zelllinien</li> <li>• Strategien zur kontrollierten Expression</li> <li>• Herstellung moderner Biopharmazeutika</li> <li>• Wachstumsmodelle und Kinetiken</li> <li>• Kultivierungs- und Prozessstrategien</li> <li>• Bilanzgleichungen</li> <li>• Prozessauslegung und Prozessoptimierung</li> <li>• Medienentwicklung</li> <li>• Prozessmonitoring und Prozesskontrolle, Process analytical technology (PAT)-Konzepte</li> <li>• Prozessauswertung</li> <li>• Vorbereiten und Inbetriebnahme eines Bioreaktors: Kalibrierung und Überprüfung von pH-Sonde und pO<sub>2</sub>-Sonde; Medienherstellung, Autoklavieren, Steriltest, Probenahme und Reinigung</li> <li>• Fermentation eines selbst erstellten und mittels molekularbiologischer und phänotypischer Eigenschaften verifizierten Bakterienstammes zur Expression von rekombinantem Modellprotein (EmGFP-His6 bzw. G-CSF, oder VEGF) im Satzbetrieb (batch mode): Inokulation, Induktion, Probenahme, Feuchtbiomasse-, OD-Bestimmung, nasschemische Substrat-/Metabolitanalytik, computergestützte Datenerfassung, Ernte, Zentrifugation</li> <li>• Selbständiges Erstellen von Arbeitsanweisungen und</li> </ul>

	<p>Protokollen nach GMP-Richtlinien.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inkulturnahme und Vermehrung einer Produktionszelllinie unter sterilen Bedingungen ohne Zusatz von Antibiotika (Auftauen, Passagieren, Zellzählung, Viabilitätsbestimmung, Kultivierung in verschiedenen Kulturgefäßen, Sterilitätstests)</li> <li>• Kultivierung der Zelllinie im Bioreaktor im Batch- und Fed-Batch-Modus (Medienherstellung, Vorbereitung und Durchführung der Fermentation, Probenahme, Steriltests, Medienanalytik, Bilanzierung, IVC-/Verbrauchsdatenbasierte Feedraten- und Feedmengenberechnung für kontinuierliche &amp; Bolus-Feedstrategie, Temperaturshift, Ernte der Kultur, Personal- und Raum-Monitoring)</li> <li>• Auswertung des Herstellungsprozesses</li> <li>• Zusammenfassung der nach GMP-Richtlinien erstellten Protokolle in einem Herstellungsprotokoll</li> <li>• Verfahrenstechnik und Bioprozesstechnik</li> <li>• Grundoperationen der mechanischen, thermischen, chemischen und Bio-Verfahrenstechnik</li> <li>• Thermodynamische Grundlagen von Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen (Phasenzustände, Wärmeenergie und Wärmeleistung, ideales Gasgesetz, Massen- und Energieerhaltungssätze, Phasengleichgewichte)</li> <li>• Grundlagen, Technologien und Applikationen von Bioreaktoren (physikalische Vorgänge beim Mischen und Rühren, Bauarten und Bestandteile von Rührkesseln, Berechnung der Leistungsaufnahme von Rührwerken).</li> <li>• Einführung in die Material- und Werkstoffwissenschaften (Systematik der Werkstoffe, Stähle, NE-Metalle, keramische Werkstoffe, Kunststoffe, Korrosion)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung und Praktikum Upstream Processing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsunterlagen (inkl. aktueller Literatur zu Produktionsstämmen und -prozessen)</li> <li>• H. Chmiel: Bioprozesstechnik, 2011; Springer Spektrum; DOI 10.1007/978-3-8274-2477-8; ISBN 978-3-8274-2476-1; Auflage 3</li> <li>• V. C. Hass &amp; R. Pörtner: Praxis der Bioprozesstechnik mit virtuellem Praktikum, 2011; Springer Spektrum; ISBN 978-3-8274-2828-8; Auflage 2</li> <li>• W. Storhas: Bioverfahrensentwicklung, 2013; Wiley-VCH; ISBN 978-3-527-32899-4; Auflage 2</li> <li>• R. Takors: Kommentierte Formelsammlung Bioverfahrenstechnik, 2014; Springer Spektrum; DOI 10.1007/978-3-642-41903-4; ISBN 978-3-642-41902-7; Auflage 1</li> <li>• Praktikumsskript und Arbeitsanweisungen,</li> <li>• Protokollformulare und Chargenprotokoll/Batch Record (angelehnt an GMP)</li> <li>• Praktikumsbegleitende Präsentationen und ergänzende aktuelle Literatur zu Produktionsstämmen und -prozessen</li> <li>• eigenes Skript</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Upstream Processing (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Upstream Processing (P), 3 SWS, 4 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Upstream Processing</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Selbststudium: 28,5 h</p>

	<b>Praktikum Upstream Processing</b> Präsenzzeit: 45 h Selbststudium: 75 h
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (90 Minuten) über das gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung Praktikum „Upstream Processing“ (sA, Protokolle) erfolgreich absolviert haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Downstream Processing</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	5
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Kiefer
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Kiefer, Dr. Handrick
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 4. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<b>Vorlesung und Praktikum Downstream Processing</b> Lehrveranstaltungen zu den Themen: Verfahrenstechnik, Proteinbiochemie, allgemeine Bioanalytik
<b>Lernergebnisse</b>	Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben, <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Grundkenntnisse im Bereich der DSP-Prozessauslegung und Prozessoptimierung und sind in der Lage, Prozessauswertungen und Bilanzierungen selbständig durchzuführen.</li> <li>• haben eine Übersicht über Methoden, die bei der Aufarbeitung von Biomolekülen, insbesondere biopharmazeutischen Proteinen, im Labor-, Pilot- und Industriemaßstab zum Einsatz kommen. Hierbei stehen praktische Aspekte im Vordergrund.</li> <li>• sind theoretisch und praktisch mit modernen Methoden der Proteinanalytik zur Charakterisierung der Produktqualität vertraut.</li> <li>• kennen Anforderungen der biopharmazeutischen Herstellung nach GMP.</li> <li>• sind in der Lage, Standardarbeitsanweisungen (SOPs) und GMP-Protokolle zu erstellen.</li> <li>• sind befähigt, einen DSP-Produktionsprozess unter GMP-ähnlichen Bedingungen im technischen Maßstab zu planen und durchzuführen, ein Herstellungsprotokoll anzufertigen und im Rahmen eines Audits zu vertreten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

	<b>Vorlesung und Praktikum Downstream Processing</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über mehrstufige Aufreinigungsverfahren</li> <li>• Zellernte, Herstellung eines Lysats; Zentrifugations- und Mikrofiltrationstechniken</li> <li>• Chromatographie: IEX, SEC, HIC, RPC, AC</li> <li>• Ultrafiltration, Diafiltration, Querstromfiltration, Adsorbermembranen, Tiefenfiltration</li> <li>• Abtrennung von DNA, Viren, Endotoxin und Host Cell Proteins (HCPs)</li> <li>• Spezielle Aufreinigungstechniken: Extraktion aus wässrigen Mehrphasensystemen, Kristallisation, Radialflusschromatographie, monolithische Chromatographie</li> <li>• Konzeption und Implementierung von PAT (Process Analytical Technologies) und QbD (Quality by Design)</li> <li>• Proteinaufreinigung (Abtrennung von Zellen durch Zentrifugation/Crossflow Mikrofiltration, Capture Schritt mit Protein A, mixed-mode Ionenaustauschchromatographie, Dia-/Ultra-/Sterilfiltration)</li> <li>• Produktanalytik (SDS-PAGE, Trichlorethanol- &amp; Coomassiefärbung, Western-Blot, ELISA, Nonequilibrium isoelectric focusing gel electrophoresis (NEFGE), Proteinbestimmung, Absorptionsmessung, BCA, SEC, Protein AHPLC, Glykan-Analytik- Lektin-basiert vs. Glykanverdau und 2-AB-Labeling Hydrophile Interaktionschromatographie (HILIC), Massenspektrometrie)</li> <li>• Zusammenfassung der nach GMP-Richtlinien erstellten Protokolle in einem Herstellungsprotokoll</li> <li>• Auswertung des Herstellungsprozesses</li> <li>• Audit</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<b>Vorlesung und Praktikum Downstream Processing</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungspräsentationen</li> <li>• Desai, Mohamed A. [Hrsg.]: Downstream processing of proteins: methods and protocols, Humana Press, 2000; ISBN 0-89603-564-6</li> <li>• Handbücher zur Proteinaufreinigung von GE Healthcare (über ILIAS der HBC als pdf verfügbar)</li> <li>• Sonderheft BioProcess International March 2008 (über ILIAS der HBC als pdf verfügbar)</li> <li>• Praktikumsskript und Arbeitsanweisungen</li> <li>• Protokollformulare und Chargenprotokoll/Batch Record (angelehnt an GMP)</li> <li>• Praktikumsbegleitende Präsentationen und ergänzende aktuelle Literatur zu Produktionsstämmen und -prozessen</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downstream Processing (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Downstream Processing (P), 3 SWS, 4 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Vorlesung Downstream Processing</b> Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29 h  <b>Praktikum Downstream Processing</b> Präsenzzeit: 45 h Selbststudium: 75 h
<b>Prüfungsform und</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das

<b>Bewertung</b>	gesamte Modul. Zu dieser schriftlichen Prüfung werden nur Studierende zugelassen, die die Prüfungsvorleistung „Praktikum Downstream Processing“ (sA) erfolgreich bestanden haben.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Fächerübergreifende Kompetenzen</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	7
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Hannemann
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. P. Fischer (LB); Frau Wagner (LB), weitere Dozenten für das Studium generale
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 4. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Seminar Bewerbung</b> Empfehlung: Module des 2. Studienabschnittes</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Datenbanken und Software für Genanalyse und Proteindesign</b> Empfehlung: Grundlagen der Genetik und Molekularbiologie</p> <p><b>Industrielle Exkursion</b> Empfehlung: Einführung in die Biotechnologie und Grundlagen der Verfahrenstechnik</p> <p><b>Studium generale</b> entsprechend dem gewählten Kurs</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Seminar Bewerbung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage ihr eigenes Profil besser einzuschätzen, ihre persönlichen Qualifikationen besser zu erkennen, geeignete Stellen effektiver zu suchen, eine Bewerbung qualifiziert zu verfassen und sich auf ein Vorstellungsgespräch besser vorzubereiten.</li> </ul> <p>Die erworbenen Fähigkeiten wenden die Studierenden in Übungen an.</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Datenbanken und Software für Genanalyse und Proteindesign</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind befähigt zur selbständigen Anwendung ausgewählter wissenschaftlicher Datenbanken, Online-Tools und Software für die „virtuelle Klonierung“ therapeutischer Proteine</li> <li>• beherrschen die DNA/Protein-Sequenz-Suche und Grundlagen der <i>in silico</i> Analytik von Proteinen und</li> </ul>



	<p>Proteinnetzwerken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die wichtigsten frei verfügbaren Datenbanken zur wissenschaftlichen Literaturrecherche inkl. Textmining/KI, zu Pharmakologie, Pharmacogenomics, Arzneimitteln und Toxikologie</li> <li>• beherrschen spezielle Tools/Datenbanken zur detaillierten Analyse von (therapeutischen) Antikörpern bzgl. Keimbahngen und V(D)J-Junction</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Seminar Bewerbung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Situationsanalyse vor der Jobsuche: Vergleich von Anforderungsprofil und eigenen Handlungskompetenzen</li> <li>• Stellenangebote suchen: Printmedien, Jobbörsen, Business Netzwerke, Firmenhomepages, Karrieremessen</li> <li>• Kontaktaufnahme zur Firma: Der erste Eindruck am Telefon</li> <li>• verschiedene Formen der Bewerbung: Formelle und inhaltliche richtige Erstellung von Bewerbungsunterlagen/Initiativbewerbungen/Profilen in Business Netzwerken (Erstellung einer eigenen Bewerbungsmappe)</li> <li>• das Vorstellungsgespräch: verschiedene Formen (telefonisch, strukturiert, frei, Videokonferenz, Assessment Center) kennenlernen; Selbstpräsentation (verbal und nonverbal) mit Übung</li> </ul> <p>Bewerberauswahl: Worauf achten Unternehmen?</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Datenbanken und Software für Genanalyse und Proteindesign</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Literaturrecherche (PubMed/MeSH) rund um Target/zu klonierendes Protein sowie (molekular-)medizinischer Hintergrund</li> <li>• Clinical Trials, Recherche mittels Text-Mining und KI, Literaturverwaltung</li> <li>• Patente &amp; Volltext-Recherchen: biopharmazeutische Methoden, Assays</li> <li>• DNA- und Proteinsequenzen, Pharmakologie, Pharmacogenomics</li> <li>• Konstruktion von Expressionsvektoren <i>in silico</i> mit „Geneious“</li> <li>• Proteine <i>in silico</i>: Struktur, Funktion, Expression und Pathways</li> <li>• Spezielle Tools und DB für Antikörper-Sequenzen, Keimbahn-Gene und V(D)J-Junction-Analyse</li> <li>• Arzneimittel-Nebenwirkungen, DDI, Toxikologie</li> <li>• Zusammenfassung, Fragen, Prüfungsvorbereitung</li> <li>• Selbständige Anwendung der DB für ein neues Projekt</li> </ul> <p><b>Industrielle Exkursion</b> Strukturen und Räumlichkeiten in pharmazeutischen Herstellungsbetrieben</p>
<b>Literatur</b>	<p><b>Seminar Bewerbung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bader, Heinz: Zeitgemäß bewerben</li> <li>• Duden Ratgeber: Erfolgreich bewerben</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hesse/Schrader: Bewerbung für Hochschulabsolventen <a href="https://www.din-5008-richtlinien.de">https://www.din-5008-richtlinien.de</a></li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übungen Datenbanken und Software für Genanalyse und Proteindesign</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online-Tutorials der Datenbanken und Software.</li> <li>• The annual Nucleic Acids Research (NAR) database issue and Molecular Biology Database Collection. Ausgabe 2025: <a href="https://academic.oup.com/nar/issue/53/D1">https://academic.oup.com/nar/issue/53/D1</a> (2026 im Link die 53 durch 54 ersetzen usw.)</li> <li>• NAR annual web server issue. The 2024 version of Nucleic Acids Research's web server July issue: <a href="https://academic.oup.com/nar/issue/52/W1">https://academic.oup.com/nar/issue/52/W1</a> (s.o.)</li> <li>• Database resources of the National Center for Biotechnology Information (NCBI, 2024) <a href="https://doi.org/10.1093/nar/gkad1044">https://doi.org/10.1093/nar/gkad1044</a></li> <li>• The European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI) in 2023 <a href="https://doi.org/10.1093/nar/gkad1088">https://doi.org/10.1093/nar/gkad1088</a></li> <li>• The promise and challenge of high-throughput sequencing of the antibody repertoire. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4113560">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4113560</a></li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewerbung (S), 1 SWS, 1 LP</li> <li>• Datenbanken und Software für Genanalyse und Proteindesign (V+Ü), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Industrielle Exkursion (Exk.), 2 SWS, 1 LP</li> <li>• Studium generale, 1 oder 2 SWS, 2 LP, unterschiedliche Lehrformen</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Seminar Bewerbung</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 5 h</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Datenbanken und Software für Genanalyse und Proteindesign</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Industrielle Exkursion</b>  Präsenzzeit: 30 h</p> <p><b>Studium generale</b>  Präsenzzeit: 15-30 h  Selbststudium: 15-30 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	<p>Die Prüfungsleistung dieses Moduls besteht aus drei Teilen: eine Klausur zur Vorlesung und Übungen „Datenbanken und Software für Genanalyse und Proteindesign“ (30 Minuten) und eine schriftliche Ausarbeitung im Seminar „Bewerbung“. Zum Bestehen der Lehrveranstaltung „Industrielle Exkursion“ haben die Studierenden schriftliche Ausarbeitungen zu den besichtigten Pharmaunternehmen zu erstellen. Im Studium generale finden in Abhängigkeit vom gewählten Kurs Prüfungen statt, diese können benotet oder unbenotet sein.</p>
<b>Notenbildung</b>	<p>Die Modulnote ergibt sich aus dem anhand der Leistungspunkte gewichteten Mittelwert der Ergebnisse der benoteten Teilmodulprüfungen. Unbenotete Teilprüfungen</p>

	gehen in die Bildung der Modulnote nicht ein.
--	---

<b>Pharmazeutische Grundlagen</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECT</b>	8
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	6
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Zimmermann
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Zimmermann, Dr. Trommeshauser (LB), Dr. Stopfer (LB), Dr. Presser (LB), Prof. Dr. Mavoungou, Rebecca Rittersberger (Apothekerin), Dr. Alexander Ghanem (LB), Dr. Frederik Igney (LB).
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 5. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Immunpharmakologie und Antikörper-Engineering</b> Empfehlung: Physiologie und Immunbiologie, Zellbiologie, Molekularbiologie, Proteinbiochemie</p> <p><b>Vorlesung Pharmakologie/Toxikologie</b> Empfehlung: Allgemeine und Mikrobiologie, Zellbiologie, Molekularbiologie, Biochemie</p> <p><b>Vorlesung Pharmazeutische Technologie</b> Empfehlung: Allgemeine und analytische Chemie II, Organische Chemie, Physik I und II</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die verschiedenen physiologischen Abläufe und deren Verwendung als Arzneimitteltarget bewerten und generelle Abläufe in der Arzneimittelentwicklung verstehen.</li> <li>• sind in die Lage, die Grundlagen der angewandten Immunologie, der Immunpathologie und Interaktionen mit Biopharmaka zu erkennen und ihre modernen Anwendungen bei der Entwicklung von Antikörpern oder anderen Biopharmaka zu verstehen.</li> <li>• kennen aktuelle biotechnologische Tools für das rationale Antikörper-Design.</li> <li>• besitzen Grundkenntnisse in Pharmakologie, Physiologie, Pharmakodynamik und -kinetik. Hierzu gehören die Grundprinzipien der Pharmakokinetik (Aufnahme, Biotransformation, Verteilung und Ausscheidung) sowie die Kenntnis der Funktionen der wichtigsten Organe (Magen/Darm, Leber, Niere). Auch die verschiedenen physiologischen Abläufe und deren Verwendung als Arzneimitteltarget und entsprechende Behandlungsoptionen sowie generelle Abläufe der Arzneimittelentwicklung sind den Studierenden bekannt.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen Überblick welche Rolle und Bedeutung die Drug Produkt Entwicklung in der Arzneimittelentwicklung hat.</li> <li>• kennen die generellen Abläufe zur Herstellung verschiedener pharmazeutischer Darreichungsformen (Tablette, Kapsel, Lyophilisate, flüssige Arzneiformen und Aerosole), Qualitätsanforderungen, Packmittel und die Verwendung von Hilfsstoffen sowie verschiedene Prüfungen zur Qualität und Freigabe.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Immunpharmakologie und Antikörper-Engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktive und passive Immunisierungen, Impfstoffentwicklung, therapeutische Antikörper</li> <li>• Antikörperfragmente, Scaffolds und Fc-Fusionsproteine</li> <li>• Pharmakokinetik von Immunglobulin G und Halbwertszeitverlängerung</li> <li>• Fc- und Glycoengineering</li> <li>• Antibody-Drug-Conjugates</li> <li>• Antikörper-Generierung und Selektion: Phagen Display, synthetische Bibliotheken, Produktion in Tieren und polyklonale humane Antikörperprodukte</li> <li>• Bi-spezifische Formate, BiTEs und</li> <li>• Immunologische Therapie von Tumorerkrankungen, CAR-T Zelltherapie und onkologische Viren</li> <li>• Therapie der Allergie und Atopie</li> <li>• Therapie der Autoimmunität</li> <li>• angewandte und klinische Beispiele von etablierten Antikörper- und Immuntherapien aber auch Risiken dieser Therapien</li> </ul> <p><b>Vorlesung Pharmakologie/Toxikologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Pharmakologie: Geschichte der Pharmakologie und Toxikologie, Definitionen, Beispiele für Pharmaka aus der Natur, verschiedene Darreichungsformen</li> <li>• Arzneistoffentwicklung: Pharmakologische/biochemische Untersuchungen in der Forschung, Präklinische und Klinische Pharmakokinetik, Klinische Entwicklung, Zulassungsprozess</li> <li>• Pharmakodynamik und Pharmakokinetik: Grundlagen und Basiswissen der Pharmakodynamik, Grundlagen und Basiswissen der Resorption und Verteilung, Biotransformation und Ausscheidung, Mathematische Grundlagen und Anwendungen der Pharmakokinetik in der Arzneimittelentwicklung</li> <li>• Sympathisches und Parasympathisches Nervensystem: Aufbau und Physiologie, Unterscheidung der Sympathikus/Parasympathikus-Wirkungen, Angriffspunkte für Pharmaka und entsprechende Behandlungsoptionen für spezielle Erkrankungen wie Schnupfen, Allergien, Asthma/COPD, Bluthochdruck, ADHS</li> <li>• Toxikologische Wirkungen, Arzneimittelwechselwirkungen</li> <li>• Herz-Kreislauf-System: Physiologie und Aufbau, Beschreibung der Herzinsuffizienz und Angriffspunkte von Pharmaka, Beschreibung der Hypertonie und Angriffspunkte für Pharmaka</li> <li>• Pharmakogenetik in der Arzneimittelforschung:</li> </ul>

	<p>Pharmakogenetik in Pharmakodynamik und Pharmakokinetik, Definition von „Personalized Medicine“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pathophysiologie und Therapieoptionen für Typ I und II Diabetes</li> <li>• Einführung in das Blutkoagulations-System und antikoagulierende Behandlungsoptionen</li> <li>• Einführung in die Funktionen der wichtigsten Organe (Magen/Darm, Leber, Niere) und deren Einfluss auf die Biotransformation und Ausscheidung von Pharmaka</li> <li>• Einführung in die Wirkungen von Nikotin und die toxischen Wirkungen des Tabakrauchens</li> <li>• Einführung in verschiedene Mediatoren wie Dopamin, Histamin und Serotonin und entsprechende Behandlungsmöglichkeiten für spezielle Erkrankungen wie Morbus Parkinson oder Migräne</li> <li>• Pathophysiologie des Schmerzes und entsprechende Behandlungsmöglichkeiten mit NSAIDs, Glucocortikoiden und Opioiden</li> <li>• Einführung in die Onkologie und entsprechende Therapiemöglichkeiten</li> </ul> <p><b>Vorlesung Pharmazeutische Technologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Grundlagen der Biopharmazie</li> <li>• Flüssige Zubereitungen (Lösungen, Emulsionen, Suspensionen, Parenteralia)</li> <li>• Formulierungsentwicklung von Proteinen</li> <li>• Sterilisation und Wasserqualitäten</li> <li>• Gefriertrocknung</li> <li>• Inhalativa</li> <li>• Versuchsplanung, Datenauswertung und Statistik</li> <li>• Qualitätsanforderungen: Stabilität und Kompatibilitäten</li> <li>• Packmittel (Anforderungen und Besonderheiten)</li> <li>• Feste Zubereitungen I (Pulver, Granulate)</li> <li>• Feste Zubereitungen II (Tabletten, Kapseln, Überzüge)</li> <li>• Halbfeste Zubereitungen (Salben, Cremes, Gele)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Immunpharmakologie und Antikörper-Engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie</li> <li>• Abbas: Cellular and Molecular Immunology</li> <li>• Murphy: Janeway's Immunobiology</li> </ul> <p><b>Vorlesung Pharmakologie/Toxikologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taschenatlas der Pharmakologie, Heinz Lüllmann, Klaus Mohr, Lutz Hein, ISBN-10: 3-13-707706-0</li> <li>• Mutschler Arzneimittelwirkungen: Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie</li> </ul> <p><b>Vorlesung Pharmazeutische Technologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch der Pharmazeutischen Technologie; Kurt H. Bauer, Karl-Heinz Frömming, Claus Führer, ISBN: 978-3804722224, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; Auflage 8</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immunpharmakologie und Antikörper-Engineering (V), 2 SWS, 2 LP</li> <li>• Pharmakologie/Toxikologie (V), 2 SWS, 3 LP</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pharmazeutische Technologie (V), 2 SWS, 3 LP</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Immunpharmakologie und Antikörper-Engineering</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Vorlesung Pharmakologie/Toxikologie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 59,25 h</p> <p><b>Vorlesung Pharmazeutische Technologie</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 59,25 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (120 Minuten) über das gesamte Modul.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Gentherapie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	4
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Otte
<b>DozentInnen</b>	N.N.
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 5. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Seminar Virale Vektoren &amp; ATMP Produktionstechniken</b>  Praktika Upstream- und Downstream Processing,  Vorlesungen Zellbiologie, Immunbiologie</p> <p><b>Vorlesung Virologie und Gentherapie</b>  Empfehlung: Mikrobiologie, Zellbiologie, Molekularbiologie</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Seminar Virale Vektoren &amp; ATMP Produktionstechniken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>verstehen die biologischen Grundlagen und Mechanismen viraler Vektoren.</li> <li>haben Kenntnisse über verschiedene Typen viraler Vektoren und deren spezifische Anwendungen in der Gentherapie.</li> <li>haben Kenntnisse über Optimierung von Produktionstechniken für virale Vektoren.</li> <li>verstehen die regulatorischen und sicherheitsrelevanten Aspekte der Verwendung viraler Vektoren.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Virologie und Gentherapie</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• haben detaillierte Kenntnisse über virale Lebenszyklen und Replikationsstrategien, sowie vertiefte Kenntnisse zur Interaktion von Viren und ihren Wirtszellen.</li> </ul> <p>kennen pathogenetische Prozesse und besitzen fundiertes Wissen über gängige Diagnostik, Impfungen und moderne Therapieoptionen.</p>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Seminar Virale Vektoren &amp; ATMP Produktionstechniken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in virale Vektoren: Definitionen, Eigenschaften und Anwendungen</li> <li>• Typen viraler Vektoren: Retroviren, Lentiviren, Adenoviren, Adeno-assoziierte Viren (AAV)</li> <li>• Mechanismen der Genübertragung und Genexpression durch virale Vektoren</li> <li>• Produktionstechniken für virale Vektoren: Zellkulturen, Transfektion, Virusvermehrung</li> <li>• Optimierung der Virusproduktion und -reinigung</li> <li>• Anwendungen in der Gentherapie: Behandlung genetischer Erkrankungen, Krebsimmuntherapie, Impfstoffentwicklung</li> <li>• Sicherheits- und regulatorische Aspekte: Risikobewertung, GMP (Good Manufacturing Practice), Zulassungsverfahren</li> <li>• Fallstudien und aktuelle Entwicklungen im Bereich viraler Vektoren</li> </ul> <p><b>Vorlesung Virologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der Virologie, Definition „Virus“</li> <li>• Virustaxonomie und Aufbau, Baltimore-Klassifikation</li> <li>• Virale Lebenszyklen (Entry, Assembly, Budding)</li> <li>• Virale Genome und Replikationsmechanismen</li> <li>• Virologische Methoden (Charakterisierung und Quantifizierung), Methoden der Virusdiagnostik</li> <li>• Grundlagen der viralen Pathogenese, wichtige humanpathogene Viren</li> <li>• Wirtsfaktoren und deren Rolle in der viralen Genomreplikation</li> <li>• Moderne Therapie- und Prävention-Optionen</li> <li>• Impfkonzeppte</li> <li>• Konzeption viraler Vektoren: Retroviren, Lentiviren, Adenoviren, Adeno-assoziierte Viren (AAV)</li> <li>• Produktionstechniken für virale Vektoren: Zellkulturen, Transfektion, Virusvermehrung</li> <li>• Optimierung der Virusproduktion und -reinigung</li> <li>• Anwendungen in der Gentherapie: Behandlung genetischer Erkrankungen, Beispiele</li> <li>• Onkolytische Viren: Funktionsweise und Beispiele</li> <li>• Sicherheits- und regulatorische Aspekte: Risikobewertung, GMP (Good Manufacturing Practice), Zulassungsverfahren</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Seminar Virale Vektoren &amp; ATMP Produktionstechniken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: "Viral Vectors for Gene Therapy: Methods and Protocols" von Curtis A. Machida</li> <li>• "Gene Therapy: Principles and Applications" von Thomas A. Kren und Marc G. Rothschild</li> <li>• Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Online-Ressourcen und Datenbanken, wie PubMed und ScienceDirect</li> </ul> <p><b>Vorlesung Virologie und Gentherapie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of Virology, Volume 1: Molecular Biology, 5th Edition, Theodora Hatzioannou, Jane Flint, Vincent R. Racaniello, Glenn F. Rall, Anna Marie Skalka , ISBN: 978-1-683-67284-5, November 2020, ASM Press</li> <li>• Fields Virology Volume 4: Fundamentals, <u>Peter M.; Knipe, David M. Howley</u>, Wolters Kluwer Health, Oktober 2023, ISBN-13: 9781975112516</li> <li>• Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	Virale Vektoren & Produktionstechniken (S), 2 SWS, 3 LP Virologie (V), 2 SWS, 3 LP
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Seminar Virale Vektoren &amp; Produktionstechniken</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 59,5 h</p> <p><b>Vorlesung Virologie</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 59,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul. Prüfungsvorleistungen sind in diesem Modul nicht gefordert.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Zelltherapie</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	4
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Otte
<b>DozentInnen</b>	N.N.
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 5. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung Zelltherapie und Stammzellen</b> Vorlesungen Zellbiologie, Molekularbiologie, Molekulare Medizin, Krankheitsmechanismen</p> <p><b>Vorlesung und Übung Zukunftsorientierte Technologien</b> Praktika Upstream- und Downstream Processing, Vorlesungen Zellbiologie, Immunbiologie</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Zelltherapie und Stammzellen</b></p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden Konzepte der Zelltherapie, sowie den biologischen Eigenschaften und Mechanismen von Stammzellen und weiteren therapeutischen Zellen.</li> <li>• haben Kenntnisse über Anwendungen der regenerativen Medizin deren spezifische medizinische Anwendungen.</li> <li>• haben Kenntnisse zur Herstellung von Zelltherapieprodukten, deren Verabreichung, sowie präklinische und klinische Entwicklung.</li> <li>• verstehen die ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekte der Zelltherapie.</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übung Zukunftsorientierte Technologien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Grundlagen zukunftsorientierter Technologie wie mRNA oder Genomeditierung als Therapie,</li> <li>• haben Kenntnisse über Anwendungen der künstlichen Intelligenz,</li> <li>• verstehen regulatorische und ethische Aspekte der Technologien,</li> <li>• haben Kenntnisse zur praktischen Anwendung einzelner Technologien</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p><b>Vorlesung Zelltherapie und Stammzellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Zelltherapie: Definition und Anwendungsbereiche der Zelltherapie, historische Entwicklung und wichtige Meilensteine, Klassifikation in autologe und allogene Therapien, Überblick über aktuelle klinische Anwendungen.</li> <li>• Stammzellbiologie: Typen von Stammzellen wie embryonale, adulte, mesenchymale Stammzellen sowie induzierte pluripotente Stammzellen (iPSCs), Mechanismen der Selbsterneuerung und Differenzierung, Stammzell-Nische und deren Regulation, Techniken zur Isolierung, Kultivierung und Expansion von Stammzellen.</li> <li>• Immunzellbasierte Therapien: Überblick über das Immunsystem in Bezug auf therapeutische Anwendungen, Grundlagen, Entwicklung und klinische Anwendung der CAR-T-Zelltherapie, NK-Zelltherapie, dendritische Zellvakzine.</li> <li>• Anwendungen in der regenerativen Medizin: Gewebeengineering und Organregeneration, Einsatz von Stammzellen zur Reparatur geschädigter Gewebe wie Herz, Nerven oder Bewegungsapparat, klinische Studien und zugelassene Therapien.</li> <li>• Herstellung von Zelltherapieprodukten: GMP-Standards für die Zellproduktion, Bioreaktoren und Expansionssysteme, Kryokonservierung und Logistik von Zellprodukten.</li> <li>• Verabreichungsmethoden und Biodistribution: Applikationswege wie intravenös, intramuskulär oder lokale Injektion, Mechanismen des Homings und der Engraftierung, Überwachung des Zellschicksals in vivo.</li> <li>• Präklinische und klinische Entwicklung: Studiendesign in der Zelltherapie, regulatorische Anforderungen etwa von EMA oder FDA, Risikobewertung und Sicherheitsprüfungen.</li> <li>• Ethik, Regulierung und Gesellschaft: Ethische Fragestellungen in der Stammzellforschung und -therapie, regulatorische Rahmenbedingungen wie die Klassifikation</li> </ul>

	<p>als ATMP, gesellschaftliche Implikationen und Zugang zu Therapien.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallbeispiele und aktuelle Entwicklungen: Zugelassene Therapien wie Holoclar oder Kymriah, Pipeline von Zelltherapien in klinischen Studien, zukünftige Trends und Innovationen wie geneditierte Zellen oder personalisierte Therapie.</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übung Zukunftsorientierte Technologien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nukleinsäurebasierte Therapien: mRNA-Therapeutika (Design und Verabreichung von mRNA, Anwendungen wie Impfstoffe, Proteinersatztherapien, Krebsimmuntherapie; Stabilität, Modifikation und Verkapselung z. B. in Lipid-Nanopartikeln), siRNA und Antisense-Oligonukleotide (ASOs) (Mechanismen der Genstilllegung, von der FDA zugelassene Beispiele wie Onpattro)</li> <li>• Genom-Editierungstechnologien: CRISPR/Cas-Systeme (Mechanismen von CRISPR/Cas9, Cas12 und Cas13; therapeutische Anwendungen bei genetischen Erkrankungen und Krebs; Off-Target-Effekte und Sicherheitsaspekte), Next-Generation-Editing-Tools (Baseneditoren und Prime Editing, epigenetische Editierung)</li> <li>• Künstliche Intelligenz &amp; computergestützte Werkzeuge in der Biomedizin: KI-gestützte Wirkstoffentwicklung und Diagnostik, digitale Zwillinge und Systembiologie, prädiktive Modellierung für personalisierte Medizin</li> <li>• Regulatorische, ethische und gesellschaftliche Aspekte: Ethische Fragestellungen bei Genomeditierung und KI (Biosicherheitsbedenken, öffentliche Wahrnehmung und Zugang zu Hightech-Therapien)</li> <li>• Fallstudien &amp; klinische Entwicklungen: mRNA-Impfstoffe gegen COVID-19, CRISPR-Therapie bei Sichelzellanämie (z. B. Casgevy), Durchbrüche im Gewebe-Engineering, First-in-Human-Studien neuartiger Plattformtechnologien</li> <li>• Praktische Übungen zu ausgewählten Themen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Zelltherapie und Stammzellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: "Stammzellen" von Khawaja Haider, 2023</li> <li>• Lehrbuch: "Cell Therapy" von Adrian Gee, 2022</li> <li>• Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> <li>• Online-Ressourcen und Datenbanken, wie PubMed und ScienceDirect</li> </ul> <p><b>Vorlesung und Übung zukunftsorientierte Technologien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> <li>• Online-Ressourcen und Datenbanken, wie PubMed und ScienceDirect</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	Zukunftsorientierte Technologien (V+Ü), 2 SWS, 3 LP, Zelltherapie und Stammzellen (V), 2 SWS, 3 LP
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Zelltherapie und Stammzellen</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h</p>

	Selbststudium: 55 h  <b>Vorlesung und Übung Zukunftsorientierte Technologien</b> Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 55 h
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine schriftliche Ausarbeitung über das gesamte Modul. Prüfungsvorleistungen sind in diesem Modul nicht gefordert.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Rechtsgrundlagen</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	4
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Hannemann
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Otte, Dr. Hans Michelberger (LB), Dr. Wolfgang Stock (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 5. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	keine
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung/Seminar Bioethik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen Grundzüge der Wissenschaftsgeschichte und Ethik der Medizin und Biotechnologie.</li> <li>• vertiefen durch Literatur und Erarbeitung einer Präsentation einen eigenen Interessenschwerpunkt. Die Themenvielfalt ist weit gespannt (u.a. Global Health Ethics, Experimente mit Menschen und Tieren, Reproduktionsmedizin, Tierversuchsethik, moderne Themen aus dem medizinischen Grenzbereich).</li> </ul> <p><b>Vorlesung Gentechnikrecht und Vorlesung Arzneimittelrecht/Validierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die rechtlichen Grundlagen des Arzneimittelrechts und Gentechnikrechts.</li> <li>• verstehen den Aufbau der rechtlichen Grundlagen und besitzen die Fähigkeit, die für eine Fragestellung relevanten Rechtsgrundlagen zu finden und ihre Komplexität und Bezüge zu erkennen.</li> <li>• sind in der Lage, einfache arzneimittelrechtliche und gentechnikrechtliche Fragestellungen zu beantworten.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Patentrecht und Erfindungsschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Grundkenntnisse im Patentrecht und im</li> </ul>

	<p>Arbeitnehmererfindungsrecht.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen, welche Bedeutung der Schutz von Erfindungen für innovative Unternehmen hat und welche Maßnahmen zum Erwerb und Erhalt dieses Schutzes erforderlich sind.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung/Seminar Bioethik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftsgeschichte</li> <li>• Grundlagen der Ethik in der Medizin und Biotechnologie</li> <li>• Medizinethische Grenzbereiche, die einerseits in verschiedenen Epochen und Kulturen auftretende Fragen (Lebensbeginn und -ende), andererseits spezifisch moderne Fragen (Forschung an Menschen und Tieren, Lebensverlängerung, Therapiebegrenzung, Embryonenforschung, Klonen, Genomveränderung u.a.) betreffen.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Gentechnikrecht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Überblick</li> <li>• Das Gentechnikgesetz (GenTG)</li> <li>• Einzelvorschriften</li> <li>• Verordnungen</li> </ul> <p><b>Vorlesung Arzneimittelrecht/Validierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie und Überblick</li> <li>• Abgrenzungen (insb. Medizinprodukte, Lebensmittel)</li> <li>• Einzelvorschriften</li> <li>• Herstellungserlaubnis</li> <li>• Verantwortliche nach AMG</li> <li>• Zulassungspflicht für Arzneimittel</li> <li>• Klinische Prüfungen/Anwendungsbeobachtungen (GCPVO)</li> <li>• Haftung</li> <li>• Validierung</li> <li>• Good Manufacturing Practice</li> <li>• AMNOG (Arzneimittelmarktneuordnungsgesetz) - Überblick, Ziele und Auswirkungen</li> </ul> <p><b>Vorlesung Patentrecht und Erfindungsschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung des Patentrechts und anderer technischer und nicht-technischer Schutzrechte in das System des gewerblichen Rechtsschutzes und geistigen Eigentums</li> <li>• Patentierbarkeitsvoraussetzungen: Der Begriff der Erfindung, materielle Schutzvoraussetzungen (Neuheit, erfinderische Tätigkeit, gewerbliche Anwendbarkeit), Patentierbarkeitsausschlüsse, formelle Patentierbarkeitsanforderungen</li> <li>• Patenterteilungsverfahren und Widerrufsverfahren: Aufbau und Bestandteile einer Patentanmeldung, Grundelemente des Patenterteilungsverfahrens, Widerruf eines erteilten Patents, regionale und internationale Patentverbände und deren Rechtsgrundlagen, Koordination nationaler, regionaler und internationaler Patentverfahren</li> <li>• Wirkungen des Patents: Rechte aus einer</li> </ul>

	<p>Patentanmeldung und einem erteilten Patent, Grenzen der Wirkungen, Bestimmung des Schutzbereichs eines Patents, räumlicher und zeitlicher Geltungsbereich, ergänzende Schutzzertifikate für Arzneimittel, gerichtliche und außergerichtliche Durchsetzung der Rechte aus dem Patent, Patentverletzungsklage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitnehmererfindungsrecht: Rechte und Pflichten von Arbeitnehmern und Arbeitgebern, Meldung einer Diensterfindung, Inanspruchnahme einer Diensterfindung, Vergütung von Arbeitnehmererfindern</li> <li>• Patente in der Pharmazeutischen Biotechnologie: Erfindungen aus dem Bereich der Biologie und Biotechnologie, spezielle materielle Schutzvoraussetzungen ("Bio-Patentrecht") und formelle Erfordernisse, Lizenzierung von Patentrechten und Know-how, Erfindungen im Rahmen von Kooperationen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung/Seminar Bioethik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioethik, Thomas Schramme, 2002, Campus Verlag, Buch, 1. Auflage</li> <li>• Markus Büwell, Bioethik – eine Einführung, 2003, Suhrkamp Verlag, 1. Auflage, ISBN-10: 3518291971, ISBN-13: 978-3518291979</li> <li>• Bioethics: The Basics, Alistair Campbell, 2017, 2. Edition, ISBN-10: 9780415790314, ISBN-13: 978-0415790314</li> </ul> <p><b>Vorlesung Gentechnikrecht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GentG und Verordnungen</li> <li>• Deutsches Gentechnikrecht: Textsammlung mit Einführung, pharmind serie dokumentation, broschiert, Horst Hasskarl, 2007</li> <li>• Eberbach / Lange / Ronellenfitsch (Hrsg.), Recht der Gentechnik und Biomedizin, EG-Recht, Gesetze, Verordnungen, Formulare, ZKBS-Empfehlungen, Beschlüsse des LAG, Richtlinien, Empfehlungen, Gesetzestext Loseblattwerk mit 109. Aktualisierg 2020, C.F. Müller</li> </ul> <p><b>Vorlesung Arzneimittelrecht/Validierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AMG-Gesetzestext, AMWHV (Arzneimittel- und Wirkstoffherstellungs-Verordnung)</li> <li>• Hügel / Mecking / Kohm: Pharmazeutische Gesetzeskunde, DAV Verlag Stuttgart, 35. Aufl. 2013</li> <li>• Kügel / Müller   Arzneimittelgesetz: AMG   2. Auflage 2016, Buch, Kommentar, 978-3-406-67177-7</li> </ul> <p><b>Vorlesung Patentrecht und Erfindungsschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beck-Texte im dtv: Patent- und Musterrecht; 14. Auflage, 2018</li> <li>• Däbritz/Jesse/Bröcher: Patente; Verlag C.H. Beck, 3. Auflage, 2009</li> <li>• Gruber: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht; Niederle Media; 9. Auflage 2018</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<p>Bioethik (S/V), 1 SWS, 1 LP  Gentechnikrecht (V), 1 SWS, 1 LP  Arzneimittelrecht/Validierung (V), 1 SWS, 2 LP</p>

	Patentrecht und Erfindungsschutz (V), 1 SWS, 2 LP
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung/Seminar Bioethik</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 5 h</p> <p><b>Vorlesung Gentechnikrecht</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 15 h</p> <p><b>Vorlesung Arzneimittelrecht/Validierung</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 44,5 h</p> <p><b>Vorlesung Patentrecht und Erfindungsschutz</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 44,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung dieses Moduls besteht aus zwei Teilen: eine schriftliche Ausarbeitung im Seminar „Bioethik“ und eine Klausur zu den Vorlesungen „Gentechnikrecht“, „Arzneimittelrecht/Validierung“ und „Patentrecht und Erfindungsschutz“ (60 Minuten).
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Biometrie und Drug Delivery</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	6
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Peters-Hädicke
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Peters-Hädicke, Prof. Dr. Otte
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 5. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<p><b>Vorlesung und Übungen Biometrie/Epidemiologie</b>  Empfehlung: Gentherapie, Zelltherapie, Gentechnik, Humangenetik</p> <p><b>Vorlesung Drug Delivery</b>  Empfehlung: Grundlagen der Chemie und Chemie II, Physiologie und Pathophysiologie, Molekulare Medizin</p> <p><b>Seminar/Vorlesung Small Molecule Drugs</b>  Empfehlung: Grundlagen der Chemie und Chemie II</p>
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Biometrie/Epidemiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>verstehen die grundlegenden Konzepte der Biometrie und</li> </ul>

	<p>genetischen Epidemiologie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind fähig, biometrische Methoden zur Analyse genetischer Daten anzuwenden.</li> <li>• erlangen Kenntnisse über die Planung, Durchführung und Auswertung epidemiologischer Studien.</li> <li>• sind zur Interpretation und Kommunikation der Ergebnisse genetischer und epidemiologischer Untersuchungen fähig.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Drug Delivery</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden Konzepte und Herausforderungen der Arzneimittelabgabe.</li> <li>• haben Kenntnisse über verschiedene Drug-Delivery-Systeme und deren Anwendungen.</li> <li>• sind zur Auswahl geeigneter Methoden zur Wirkstoffabgabe basierend auf therapeutischen Zielen und pharmakokinetischen Eigenschaften fähig.</li> <li>• verstehen die technologischen Innovationen und zukünftigen Entwicklungen im Bereich Drug Delivery.</li> </ul> <p><b>Seminar/Vorlesung Small Molecule Drugs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen Überblick über die Identifizierung, Synthese, Charakterisierung der biologischen Aktivität von small molecules.</li> <li>• kennen die wichtigsten Molekülklassen.</li> <li>• sind in der Lage eigene wissenschaftliche Artikel im Bereich small molecule drugs zu verstehen, in einem Vortrag zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung und Übungen Biometrie/Epidemiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biometrie: Definition und Anwendungsgebiete</li> <li>• grundlegende statistische Konzepte und Methoden</li> <li>• Genetische Epidemiologie: Prinzipien und Anwendungen</li> <li>• Methoden zur Quantifizierung genetischer Einflüsse: Heritabilität, Genotyp-Phänotyp-Assoziationen</li> <li>• Studiendesigns in der genetischen Epidemiologie: Fall-Kontroll-Studien, Kohortenstudien, Zwillingsstudien</li> <li>• statistische Methoden zur Analyse genetischer Daten: lineare und logistische Regression, Überlebenszeitanalysen</li> <li>• Einführung in moderne genetische Analyseverfahren: Genome-Wide Association Studies (GWAS), Next-Generation Sequencing (NGS)</li> <li>• ethische und soziale Implikationen der genetischen Epidemiologie</li> </ul> <p><b>Vorlesung Drug Delivery</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Arzneimittelabgabe: Definitionen, Ziele und Herausforderungen</li> <li>• Pharmakokinetik und Pharmakodynamik: Absorption, Verteilung, Metabolismus und Ausscheidung von Arzneimitteln</li> <li>• klassische und moderne Drug-Delivery-Systeme: orale, transdermale, inhalative und parenterale Systeme</li> <li>• Nanotechnologie und Drug Delivery: Nanopartikel, Liposomen, dendritische Polymere</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Targeted Drug Delivery: Liganden-vermittelte Abgabe, Antikörper-Drug-Konjugate</li> <li>kontrollierte und verlängerte Wirkstofffreisetzung: Matrixtabletten, Mikro- und Nanokapseln</li> <li>Herausforderungen bei der Entwicklung und Herstellung von Drug-Delivery-Systemen</li> <li>klinische Anwendungen und Fallstudien: Krebstherapie, neurologische Erkrankungen, Infektionskrankheiten</li> <li>Zukunftstrends und Innovationen im Bereich Drug Delivery</li> </ul> <p><b>Seminar/Vorlesung Small Molecule Drugs</b></p> <p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifizierung, Synthese, Produktion von kleinen chemischen Molekülen (small molecules)</li> <li>Small molecule Bibliotheken und Screeningmethoden</li> <li>wichtigste Klassen von small molecules inklusive naturbasierte Komponenten und Metabolite</li> <li>Assayentwicklung und Charakterisierung biologischer Aktivität</li> </ul> <p>Seminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ausgewählte Beispiele der Medikamentenentwicklung kleiner Moleküle aus Bereichen wie Krebsforschung, neurologische Krankheiten und Infektionskrankheiten</li> <li>Die Studierenden werden über ausgewählte wissenschaftliche Original-Publikationen einen Seminarvortrag vorbereiten, vor der Gruppe halten und im Anschluss diskutieren.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung und Übungen Biometrie/Epidemiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lehrbuch: "Statistical Methods in Genetic Epidemiology" von Duncan C. Thomas</li> <li>"Introduction to Statistical Genetics" von Melinda C. Mills und Nicola Barban</li> <li>Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> <li>Online-Ressourcen und Datenbanken, wie PubMed und ScienceDirect</li> </ul> <p><b>Vorlesung Drug Delivery</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Y.Pierre, T. Rades, "Pharmaceutics – Drug Delivery and Targeting", Pharmaceutical Press 2012, IBN 978-0857110596</li> <li>Aktuelle Forschungsartikel und Reviews aus Fachzeitschriften</li> <li>Online-Ressourcen und Datenbanken, wie PubMed und ScienceDirect</li> </ul> <p><b>Seminar/Vorlesung Small Molecule Drugs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wissenschaftliche Originalpublikationen</li> <li>Small Molecule Drug Discovery: Methods, Molecules and Applications, Andrea Trabocchi, Elena Lenci, Elsevier 2019, ISBN-10: 0128183497</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	<p>Biometrie/Epidemiologie (V+Ü), 2 SWS, 2 LP</p> <p>Drug Delivery (V), 2 SWS, 2 LP</p> <p>Small Molecule Drugs (S/V), 1 SWS, 2 LP</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung und Übungen Biometrie/Epidemiologie</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h</p>



	<p>Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Seminar Drug Delivery</b>  Präsenzzeit: 30 h  Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Seminar Small Molecule Drugs</b>  Präsenzzeit: 15 h  Selbststudium: 44,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung besteht aus zwei Teilen. Eine Klausur zu den Vorlesungen „Biometrie/Epidemiologie“ und „Drug Delivery“ (60 Minuten) und eine mündliche Prüfung (30 Minuten) zum Seminar/ „Small Molecule Drugs“.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

## Module im 3. Studienabschnitt (6. - 7. Semester)

<b>Praktisches Studiensemester (Praxissemester)</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	30
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	Industriepraktikum mit mindestens 95 Präsenztagen
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr.-Ing. Annette Schafmeister
<b>DozentInnen</b>	Unterschiedliche Betreuer und Gutachter
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 6. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<b>Seminar Begleitende Lehrveranstaltung zum Praxissemester</b> Empfehlung: Seminar Bewerbung und Präsentation, Jobmessen
<b>Lernergebnisse</b>	Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,  <b>Praktikum Industriepraktikum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>sind in der Lage die praktische/wissenschaftlichen Fragestellungen im Rahmen ihres Industriepraktikums, das in einem Industrieunternehmen oder einer Forschungseinrichtung durchgeführt wurde, durch Auswahl geeigneter Methoden, detailliert zu planen und durchzuführen und die notwendigen Experimente selbständig zu bearbeiten.</li> </ul> <b>Seminar Begleitende Lehrveranstaltung zum Praxissemester</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>können ihren Bericht zum Industriepraktikum öffentlich präsentieren und diskutieren. In der Diskussion mit den Zuhörern soll dabei die Validität der erzielten Ergebnisse anhand belegbarer Daten verteidigt werden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Die/der Studierende soll unter Betriebsbedingungen und unter Anleitung eines im angestrebten Berufsfeld erfahrenen Betreuers Aufgabenstellungen bearbeiten, die für die angestrebte Berufspraxis und -qualifikation charakteristisch sind. Dies bedeutet, dass in typischen Arbeitsgebieten eines Biotechnologen praktische Erfahrungen gesammelt werden.
<b>Literatur</b>	Abhängig von dem Thema der Praxissemesterarbeit
<b>Lehr- und Lernformen</b>	Industriepraktikum mit mindestens 95 Präsenztagen (26 LP) Begleitende Lehrveranstaltung (S), 4 SWS, 4 LP
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Praktikum Industriepraktikum</b> Präsenzzeit: 780 h  <b>Seminar Begleitende Lehrveranstaltung zum Praxissemester</b> Präsenzzeit: 60 h

	Selbststudium: 50 h
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	In diesem Modul findet eine Prüfungsleistung (sA) statt. Dies ist der Bericht zum „Industriepraktikum“.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht der Note des Berichts für das „Industriepraktikum“.

<b>Qualitätsmanagement</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	4
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn*in</b>	Prof. Dr. Mavoungou
<b>DozentInnen</b>	Prof. Dr. Mavoungou, Dipl.-Ing. Florian Ehrlich (LB)
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 7. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltlich:</li> </ul> Empfehlung: Seminar GMP/GLP
<b>Lernergebnisse</b>	<p>Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,</p> <p><b>Vorlesung Grundlagen der Betriebswirtschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erlangen Grundlagenkenntnisse zu ausgewählten betriebs- und volkswirtschaftlichen Themen, um ökonomische Zusammenhänge zu begreifen und besser zu verstehen.</li> <li>sind in der Lage, bei der Wahl der Rechtsform eines Unternehmens entsprechende Konsequenzen einzuschätzen.</li> <li>können übliche unternehmerische Finanzierungsalternativen unterscheiden.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Internationales Qualitätsmanagement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sind in der Lage, Qualifizierungs- und Validierungsunterlagen zu erstellen und zu beurteilen.</li> <li>sind in der Lage entsprechende Dokumentationsunterlagen zu beurteilen.</li> <li>sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen des Qualitätsmanagements und können die Verbindungen zwischen Qualitätsmanagement und GCP/GMP/GQP/GLP/GVP ziehen.</li> <li>haben einen Überblick über die Unterschiede der Qualitätsmanagementsysteme in den USA, der EU und können deren Auswirkungen auf eine Produktion in Deutschland einschätzen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:</p> <p><b>Vorlesung Grundlagen der Betriebswirtschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Volkswirtschaftliche Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>Wirtschaftliche Kreislaufmodelle</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise des marktwirtschaftlichen Systems</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation eines Betriebes</li> <li>• Überblick über Einzel-, Personen- und Kapitalgesellschaften</li> <li>• Grundlagen Finanzierung und Investition</li> <li>• Grundlagen betrieblicher Prozesse von der Leistungserstellung zur Leistungsverwertung</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Kennzahlen</li> <li>• Grundlagen Rechnungswesen</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Vorlesung „Internationales Qualitätsmanagement“:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management und Qualitätsmanagement</li> <li>• Modellvorstellungen zu Management und Qualitätsmanagement</li> <li>• Tätigkeitsbegriffe zum Qualitätsmanagement</li> <li>• Qualität und Arzneimittelrecht</li> <li>• Umfassendes Qualitätsmanagementsystem (TQM)</li> <li>• Qualität und Kosten</li> <li>• der Ringversuch</li> <li>• Normierte Qualitätsbeurteilung</li> <li>• der Qualitätsmanagementkreis</li> <li>• Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung</li> <li>• Qualitätssicherung in den USA und der EU</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Vorlesung Grundlagen der Betriebswirtschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Günther Wöhe: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Vahlen-Verlag, München</li> <li>• Brunner/Kehrl: Volkswirtschaftslehre, Vahlen-Verlag, München</li> </ul> <p><b>Vorlesung Internationales Qualitätsmanagement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Elemente des Qualitätsmanagements: Systeme-Perspektiven, Walter Geiger, Willi Kotte, 2007, ISBN 3834802735, 9783834802736</li> <li>• Die pharmazeutische Industrie. Veröffentlichungen über sämtliche Aspekte der Herstellung und des Vertriebs pharmazeutischer Erzeugnisse. Deutschland: Editio Cantor Verlag, ISSN 0031-711X</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernformen</b>	Grundlagen der Betriebswirtschaft (V), 2 SWS, 2 LP Internationales Qualitätsmanagement (V), 2 SWS, 4 LP
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Vorlesung Grundlagen der Betriebswirtschaft</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 29,5 h</p> <p><b>Vorlesung Internationales Qualitätsmanagement</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 89,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	Die Prüfungsleistung ist eine Klausur (60 Minuten) über das gesamte Modul.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote entspricht dem Ergebnis der Prüfungsleistung.

<b>Wahlpflichtfächer</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	6
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	4
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	In Abhängigkeit von der Nachfrage und dem notwendigen Angebot
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Hannemann
<b>DozentInnen</b>	Professor*innen der Fakultät und LB
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Medizinische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 7. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltlich:</li> </ul> Empfehlung: Module des 2. Studienabschnittes
<b>Lernergebnisse</b>	
<b>Inhalt</b>	
<b>Literatur</b>	
<b>Lehr- und Lernformen</b>	
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	
<b>Notenbildung</b>	

<b>Bachelor-Arbeit</b>	
<b>Code</b>	(noch nicht bereitgestellt)
<b>Leistungspunkte nach ECTS</b>	16
<b>Präsenzzeit (SWS)</b>	Bachelorarbeit (Praktikum) +2
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Turnus</b>	Jedes Semester
<b>ModulkoordinatorIn</b>	Prof. Dr. Hannemann
<b>DozentInnen</b>	Unterschiedliche
<b>Einordnung in die Studiengänge</b>	Pharmazeutische Biotechnologie BSc, Pflichtmodul, 7. Fachsemester
<b>Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltlich:</li> </ul> <b>Kolloquium zur Bachelor-Arbeit</b> Empfehlung: Seminar Wissenschaftliches Arbeiten
<b>Lernergebnisse</b>	Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,  <b>Bachelor-Arbeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>sind in der Lage wissenschaftliche Fragestellungen, die in</li> </ul>

	<p>einem Industrieunternehmen, einer Forschungseinrichtung oder an der Hochschule Biberach anfallen, durch Auswahl geeigneter Methoden, detailliert zu planen und durchzuführen und die notwendigen Experimente selbständig zu bearbeiten.</p> <p><b>Kolloquium zur Bachelor-Arbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können ihre Bachelorarbeit öffentlich präsentieren und diskutieren. In der Diskussion mit den Zuhörern soll dabei die Validität der erzielten Ergebnisse anhand belegbarer Daten verteidigt werden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Unterschiedlich
<b>Literatur</b>	Abhängig von dem Thema der Bachelorarbeit
<b>Lehr- und Lernformen</b>	Bachelor-Arbeit, 12 LP Kolloquium zur Bachelor-Arbeit, 4 LP
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Bachelor-Arbeit</b> Präsenzzeit: 360 h</p> <p><b>Kolloquium zur Bachelor-Arbeit</b> Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 79,5 h</p>
<b>Prüfungsform und Bewertung</b>	In diesem Modul finden zwei Prüfungsleistungen statt. Die „Bachelor-Arbeit“ erfordert eine schriftliche Ausarbeitung, sowie das „Kolloquium zur Bachelor-Arbeit“ eine mündliche Prüfung.
<b>Notenbildung</b>	Die Modulnote errechnet sich aus den Noten für das Kolloquium zur Bachelorarbeit und der Note der Bachelorarbeit. Wobei die Note der Bachelorarbeit 75% der Gesamtnote und das Kolloquium 25 % der Gesamtnote ausmacht.

# **Anhang**

## **Abkürzungsverzeichnis**

ECTS	European Credit Transfer System
LP	Leistungspunkt
h	Stunden
K	Klausur
LB	Lehrbeauftragte
P	Praktikum
PL	Prüfungsleistung
PVL	Prüfungsvorleistung
R	Referat
S	Seminar
sA	schriftliche Ausarbeitung
SWS	Semesterwochenstunden
Ü	(praktische) Übung
V	Vorlesung
VP	Vertretungsprofessur