

# MODULKATALOG

## für den Masterstudiengang

### BIOMEDIZIN



Stand: 25.03.2025

*Änderungen vorbehalten*

<b>Molekularbiologie</b> <i>(Molecular Biology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 1</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	5 Wochen	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kispert	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Andreas Kispert	
<b>Dozent/innen</b>	Beckers, A., Rudat, C., Kispert, A., Serth, K., Trowe, M.-O.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Vorlesung Molekularbiologie“ / 36 Lehrstunden / 3 SWS P „Praktikum Molekularbiologie“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	78 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 102 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch (Primärliteratur, Handouts)	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Zell- und Molekularbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>Das Modul vermittelt solide Kenntnisse grundlegender molekularer Mechanismen der Genregulation und Signalübertragung und ihrer Bedeutung. Zudem beherrschen die Studierenden grundlegende molekulare Arbeitstechniken und kennen deren praktische Anwendung.</p> <p>Die theoretischen Inhalte werden in der Vorlesung vermittelt und kritisch diskutiert. Während des Praktikums arbeiten die Studierenden in Zweiergruppen zusammen, wobei zeitversetzt, bei gleichzeitiger Durchführung verschiedene Experimente im Labor simuliert werden (Betreuungssituation Dozierende/Studierende: 1:5).</p>		
<b>Kompetenzen</b>		
<p>Die Studierenden kennen und verstehen wesentliche molekularbiologische und genetische Methoden, die für die Analyse dieser Prozesse zur Verfügung stehen. Sie sind mit den Prinzipien der gezielten Mutagenese und der Transgenese sowie dem Aufbau der dafür notwendigen Konstrukte vertraut und kennen wichtige Verfahren, um die Funktion von Genen und ihre Regulation auf zellulärem Niveau <i>in vitro</i> und auf organismischem Niveau <i>in vivo</i> zu analysieren.</p> <p>Die Studierenden verfügen nach Besuch des Praktikums über Kenntnisse und praktische Erfahrungen im Umgang mit grundlegenden molekularbiologischen Arbeitstechniken: exemplarischer Nachweis von RNA, DNA und Proteinen, Klonierung.</p>		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p><b>Regulation der Genexpression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chromatinstruktur und -dynamik,</li> <li>- Transkriptionskontrolle (Promotoren, Enhancer), Transkriptionskomplexe</li> <li>- Transkriptionsfaktoren (Aufbau, Familien und Funktionen)</li> <li>- posttranskriptionelle Genregulation, Modifikation von mRNA, regulatorische RNAs</li> </ul> <p><b>Zell-Zell-Kommunikation und Signalübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Prinzipien und Komponenten der Signalübertragung</li> <li>- Analyse von Signalübertragungswegen</li> <li>- Spezifische Signalwege (FGF, Ephrine, TGF<math>\beta</math>, Hedgehog, Wnt, Notch, NF<math>\kappa</math>B etc.)</li> <li>- Mechanismen der intrazellulären Signalweiterleitung</li> <li>- Signalübertragung und Genregulation</li> <li>- Zilien und Signalübertragung</li> </ul> <p><b>Molekularbiologische Methoden zur Analyse und Manipulation von DNA, RNA und Proteinen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molekularbiologische Werkzeuge (Vektorsysteme, Enzyme)</li> <li>- Grundlagen der Klonierung und Genexpression</li> <li>- Recombineering</li> <li>- Nachweis und Analyse von DNA, RNA und Proteinen</li> <li>- DNA-Protein-Interaktionen</li> </ul> <p><b>Methoden zur Funktionellen Genanalyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinzip der Transgenese, Vektoraufbau</li> <li>- Binäre transgene Systeme, dominant negative Ansätze</li> <li>- Gene targeting, Prinzip, Vektoren, Nachweis</li> <li>- CRISPR/CAS</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Ausgewählte Kapitel aus Alberts: Molecular Biology of the Cell; Lodish: Molecular Cell Biology; Knippers: Molekulare Genetik, Vorlesungsskript</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klonierung</li> <li>- Aufreinigung von Plasmid DNA</li> <li>- Restriktionsverdau, Auftrennung und Isolierung von DNA Fragmenten</li> <li>- Vektorbehandlung, Ligation und Transformation kompetenter Bakterien (verschiedene Parameter)</li> <li>- Restriktionskartierung</li> <li>- Nachweis von spezifischen DNA Fragmenten</li> <li>- DNA Transfer auf Membranen, nicht-radioaktive Markierung von DNA</li> <li>- Hybridisierung und Nachweis durch Antikörper</li> <li>- Nachweis von spezifischer mRNA</li> <li>- Nicht-radioaktive Markierung von RNA (in-vitro Transkription)</li> <li>- In-situ Hybridisierung (Ganzpräparat; verschiedene Parameter)</li> <li>- Expression und Nachweis rekombinanter Proteine in Bakterien</li> <li>- Induktion (verschiedene Parameter)</li> <li>- SDS PAGE</li> <li>- Western Blot Analyse</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Praktikumsskript</p>

<b>Zellbiologie</b> <i>(Cell Biology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 2</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	3 Wochen	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Maximilian Lenz	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Maximilian Lenz, Dr. Robert Lindner	
<b>Dozent/innen</b>	Bauerfeind, R., Kubinski, S., Lenz, M., Lindner, R.	
<b>Sprache</b>	Deutsch, Literaturseminar in Englisch	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	Vorlesung: 24 Stunden Seminar: 4 Stunden Übung: 10 Stunden Praktikum: 36 Stunden	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	76 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 104 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Zellbiologie	
<b>Medienformen</b>	Praktikumsanleitung, Lehrbuch, Originalpublikationen, ILIAS, MyMicroscope Lernplattform	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Gruppenpräsentation	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der Zellbiologie, insbesondere zu den Themen: Organisation der Zelle, biologische Membranen, Membranverkehr, Proteintransport, Zytoskelett, Zelladhäsion, Zellpolarität, Zellzyklus, Autophagie, Apoptose, Grundlagen der Histologie und zellbiologische Methoden. In den Übungen und Seminaren gewinnen die Studierenden als Schlüsselkompetenz die Fähigkeit, wissenschaftlich zu denken, Daten zu analysieren, zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.		

## Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung und Übung:</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biologische Membranen: Aufbau, Funktionen, Biogenese und Abbau, Lipidtransport, Membrandomänen</li> <li>- Struktur und Funktion von Zellorganellen, Organellbiogenese, co- und posttranslationale Translokation von Proteinen, Kernimport und -export</li> <li>- Mechanismen des Membrantransports, Exozytose, Endozytose, Phagozytose, ESCRT-Weg</li> <li>- Struktur, Dynamik und Regulation des Zytoskeletts, Funktionen in Zellmotilität und intrazellulärem Transport</li> <li>- Adhäsion (Zell-Zell- und Zell-Matrix-Interaktion, Adhäsionsstrukturen) und Zellpolarität (Ausbildung und Aufrechterhaltung)</li> <li>- Zellzyklus und dessen Regulation, Beispiele für Fehlregulationen in Tumoren, Stammzellen</li> <li>- Autophagie und Apoptose</li> <li>- Zellbiologie der Gewebe</li> <li>- aktuelle zellbiologische Methoden</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Ausgewählte Kapitel aus:</p> <p>Alberts et al. „Molecular Biology of the Cell“, Norton Publishers, 7th Edition</p> <p>Lüllman-Rauch und Asan, Taschenlehrbuch Histologie, Thieme, 6. Auflage</p> <p>Welsch, Kummer &amp; Deller, Histologie, Urban &amp; Fischer, 5. Auflage</p>
<b>Praktikum und praktikumsvor- und nachbereitendes Seminar</b>
<p><b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erwerben in Kleingruppen von 3-5 Personen Kompetenzen in Techniken, die in aktuellen Forschungsvorhaben des Instituts für Neuroanatomie und Zellbiologie und der Zentralen Forschungseinrichtung Lasermikroskopie zum Einsatz kommen. Weiterhin lernen die Studierenden, sich während des Praktikums und in einem gemeinsamen Abschlussseminar Einblick in die Versuche der jeweils anderen Gruppen zu verschaffen.</p>
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtmikroskopische Differenzierung von Gewebetypen in histologischen Präparaten</li> <li>- Präparation primärer Neurone und Gliazellen aus Mäusehirn</li> <li>- Verfahren zur Untersuchung neurodegenerativer Erkrankungen in Mausmodellen</li> <li>- Immunfluoreszenzmikroskopie</li> <li>- Transiente Transfektion von eukaryotischen Zellen</li> <li>- Fluoreszenz-aktiviertes Cell Scanning (FACS)</li> <li>- quantitative Analyse der Endozytose fluoreszenzmarkierter Sonden</li> <li>- Lebendzellmikroskopie</li> <li>- Konfokale Lasermikroskopie</li> <li>- Computer-gestützte Bildanalyse</li> <li>-</li> </ul>

**Literatur:**

Ausgewählte Kapitel aus:

Alberts et al. „Molecular Biology of the Cell“, Norton Publishers, 7th Edition

Lüllman-Rauch und Asan, Taschenlehrbuch Histologie, Thieme, 6. Auflage

Welsch, Kummer & Deller, Histologie, Urban & Fischer, 5. Auflage

zusätzlich Originalarbeiten und Review-Artikel zu den Themengebieten

<b>Physiologie/Pathophysiologie</b> <i>(Physiology/Pathophysiology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 3</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester (Vorlesung), Sommersemester (Praktikum)	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester (Vorlesung), 6 Tage (Praktikum)	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Theresia Kraft, Dr. Tim Scholz	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. Tim Scholz	
<b>Dozent/innen</b>	Kraft, T. und Mitarbeiter/innen	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Physiologie & Pathophysiologie“ / 76 Lehrstunden / 5,5 SWS P „Laborpraktikum Physiologie“ / 48 Lehrstunden / 3,5 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	9 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	126 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 144 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch / teilweise Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Physik, Chemie und Biologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Versuchsprotokolle/Ergebnispräsentationen	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Die Studierenden erwerben grundlegende und vertiefende Kenntnisse der Physiologie und Pathophysiologie der Zelle bis zur molekularen Physiologie sowie ausgewählter Kapitel der Organ- und Systemphysiologie. Sie sind in der Lage, kleine physiologische Laborprojekte in Gruppen (à ca. 6 Studierende) zu bearbeiten.		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über ein Verständnis physiologischer Zusammenhänge und über Kompetenzen zur Verknüpfung pathophysiologischer Abweichungen und daraus resultierenden krankheitstypischen Symptomen. Sie sind qualifiziert, aktuelle physiologische Forschungsmethoden in biowissenschaftlichen Tätigkeitsbereichen anzuwenden und deren Ergebnisse in den Kontext der vorhandenen physiologischen Kenntnisse einzuordnen.		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in Grundprinzipien der zellulären und molekularen Physiologie/Pathophysiologie</li> <li>- (Patho-) Physiologie zellulärer Erregung, Signalaufnahme, -weiterleitung und -verarbeitung (Nerv, ZNS)</li> <li>- Aktuelle Aspekte molekularer Mechanismen zellulärer Erregung</li> <li>- Physiologie/Pathophysiologie von Bewegung und Transport (molekulare Mechanismen von intrazellulärem Transport und zellulärer Bewegung)</li> <li>- Physiologie/Pathophysiologie des Herz-Kreislaufsystems</li> <li>- Physiologie/Pathophysiologie der Endokrinologie und des Vegetativen Nervensystems</li> <li>- Physiologie/Pathophysiologie der Atmung und des Salz-Wasser- und Säure-Basen-Haushalts (Niere)</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Pape, Kurtz, Silbernagl Physiologie; (Thieme)</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgewählte Methoden der Physiologie</li> <li>- Laborprojekte zur Elektrophysiologie</li> <li>- Laborprojekte zur Bewegungsphysiologie</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Praktikumsskripte</p>

<b>Immunologie</b> <i>(Immunology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 4</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhold Förster	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. Swantje Hammerschmidt	
<b>Dozent/innen</b>	Bartsch, Y., Bošnjak, B., Falk, C., Förster, R., Graalman, T., Halle, O., Hammerschmidt, S., Kühne, J., Lochner, M., Noyan, F., Ravens, S.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Immunologie“ / 36 Lehrstunden / 2,5 SWS P „Immunologie“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	7 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	78 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 132 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Chemie/Biochemie und Molekularbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Praktikumsprotokolle	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>VL: Die Studierenden kennen nach Besuch der Vorlesung den Aufbau, die wichtigsten Komponenten und Wirkweisen des Immunsystems von Säugern. Die Studierenden wissen, wie diese Komponenten ineinandergreifen, um ein funktionierendes Immunsystem im Gesamtorganismus aufrechtzuerhalten und verfügen dabei zum Teil auch über neueste Erkenntnisse der Forschung.</p> <p>P: Die Studierenden erlernen bestimmte Standard-Methoden und -versuche der Immunologie unter Verwendung von aus Mäusen gewonnenem Material. Sie können die Versuche selbständig in Zweiergruppen durchführen sowie die erzielten Ergebnisse kritisch begutachten und protokollieren.</p>		

### Kompetenzen

VL: Die Studierenden erwerben die Kompetenz, zentrale Konzepte wie auch aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Immunologie richtig zu erfassen und zu interpretieren. Dies wird auch anhand von Fallbeispielen pathologischer Defekte und Fehlsteuerungen des Immunsystems verdeutlicht und trainiert. Die Studierenden sind nach dem Besuch der Vorlesung auch auf das Praktikum vorbereitet, indem sie in die theoretischen Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten immunologischer Untersuchungstechniken kennen, die im Praktikum zum Teil zum Einsatz kommen.

P: Durch die zuvor vermittelten Vorlesungsinhalte und ein Skript sind die Studierenden in der Lage, experimentelle Abläufe zu organisieren und zu planen. Die Studierenden lernen im direkten experimentellen Umgang die Möglichkeiten aber auch Limitationen der eingesetzten Arbeitstechniken und geplanten Versuchsabläufe kennen. Die theoretischen Kenntnisse, die praktikumsbegleitende Betreuung und praktischen Erfahrungen bilden die Grundlagen, dass die Studierenden ein Protokoll anfertigen können, das nicht nur den exakten Ablauf und die Ergebnisse der Versuche beschreibt, sondern auch eine wissenschaftlich korrekte Diskussion enthält. Damit verfügen die Studierenden über die Kompetenz, ihre Versuchsdurchführungen und Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und sie in einen adäquaten theoretischen Rahmen zu stellen, womit wesentliche Prozesse durchlaufen werden, die die Grundvoraussetzung wissenschaftlichen Arbeitens und Publizierens sind.

### Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die grundlegenden Konzepte und Abläufe in der Immunologie</li> <li>- Angeborene Immunität</li> <li>- Antigenerkennung durch B- und T-Zellrezeptoren</li> <li>- Erzeugung von Rezeptorvielfalt bei B- und T-Zellrezeptoren</li> <li>- Antigenpräsentation</li> <li>- Entwicklung von Lymphozyten in den primären lymphatischen Organen</li> <li>- Adaptive T-Zell vermittelte Immunantwort</li> <li>- Adaptive B-Zell vermittelte, humorale Immunantwort</li> <li>- Grenzen der Immunantwort</li> <li>- Fehlgeleitete Immunantwort: Allergie, Hypersensitivität und Autoimmunität</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Lehrbuch „Janeway Immunologie“ (deutsch) / “Janeway’s Immunobiology“ (englisch) by Murphy, Kenneth P., Garland Science in der aktuellsten Auflage</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewinnung von Immunzellen aus Blut und sekundären lymphatischen Organen der Maus</li> <li>- Analyse der Immunzelltypen mittels Durchflusszytometrie</li> <li>- Bestimmung von Immunglobulin-Titern im Serum von Mäusen mittels ELISA</li> <li>- Adoptiver T-Zelltransfer</li> <li>- T-Zellproliferation <i>in vivo</i> und <i>in vitro</i> nach Stimulierung bzw. Immunisierung</li> </ul> <p>Begleitende Seminarveranstaltungen zu den Versuchsthemen</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Praktikumsskript</p>

<b>Humangenetik</b> <i>(Human Genetics)</i>		<b>M. Sc.</b> <b>Biomedizin</b> <b>BM P 5</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Doris Steinemann	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Doris Steinemann	
<b>Dozent/innen</b>	Berking, A.-K., von Hardenberg, S., Hofmann, W., Miller, K., Ripperger, T., Schmidt, G., Skawran, B., Steinemann, D., Vajen, B., Weber, R.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Genetik und Genomik“ / 26 Lehrstunden / 2 SWS P „Genetik und Genomik“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	68 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 112 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Praktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggf. Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Genetik	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biomedizinische Datenwissenschaft	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Versuchsprotokolle	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Durch die Vermittlung der Grundlagen der Humangenetik sowie modernster diagnostischer Methoden sind die Absolventinnen/Absolventen dieses Moduls in der Lage, Berufsfelder in der biomedizinischen/klinischen Forschung und Diagnostik sowie in der pharmazeutischen Industrie anzustreben.		
<b>Kompetenzen</b>		
V: Die Studierenden kennen die modernen Methoden der humangenetischen Diagnostik, insbesondere die verschiedenen Hochdurchsatz-Sequenziermethoden und die Vorgehensweise zur Klassifizierung von Genvarianten. Sie verfügen über ein Verständnis für einen fallorientierten Einsatz zytogenetischer, molekularzytogenetischer und molekulargenetischer Untersuchungsmethoden und haben Kompetenzen für das Unterscheiden von unbedeutenden Normvarianten gegenüber pathogenen Varianten im humanen Genom, die ursächlich für eine erbliche Erkrankung sind. Sie sind mit öffentlichen Datenbanken (Exome Variant Server, UCSC Genome Browser, <i>LOVD</i> - Leiden Open Variation Database, Database of Genomic Variants) vertraut.		
P: Nach Erarbeitung konkreter Fallbeispiele sind die Studierenden in der Lage, selbstständig die zur molekulargenetischen Diagnostik notwendigen Arbeitsschritte zu planen und durchzuführen. Sie können nachgewiesene Genveränderungen in Bezug auf ihre Pathogenität beurteilen und die Bedeutung der Ergebnisse dieser Untersuchungen ausführlich diskutieren. Nach Besuch des Praktikums verfügen die Studierenden über ein Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Diagnostik.		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molekulare Zytogenetik</li> <li>- Molekulargenetik</li> <li>- Epigenetik</li> <li>- Formalgenetik und Populationsgenetik</li> <li>- Tumorgenetik und Klinische Genetik (einschließlich Genetische Beratung und Pränataldiagnostik)</li> <li>- Funktionelle Genomik</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>E. Passarge: Taschenatlas der Genetik, 3. Auflage, Thieme, 2008</p> <p>T. Strachan, A.P. Read: Molekulare Humangenetik, 3. Auflage, Spektrum, 2005 (4. Auflage Englisch 2010)</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Durchführung molekulargenetischer Diagnostikverfahren am Beispiel ausgewählter Erkrankungen.</p> <p>Angewandte Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Array-CGH und Cytoscan Analyse (zur Bestimmung von genomischen Kopienzahlveränderungen bzw. uniparentalen Disomien), Ganzexom-Analyse</li> <li>- Anwendung bioinformatischer Programme zur Klassifizierung von Genomvarianten (Decipher, Clinvar)</li> <li>- Literaturrecherche</li> <li>- Laborinformationssystem und Befunderstellung</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Praktikumsskript</p>

<b>Virologie</b> ( <i>Virology</i> )		<b>M. Sc.</b> <b>Biomedizin</b> <b>BM P 6</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Beate Sodeik	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Beate Sodeik	
<b>Dozent/innen</b>	Bohne, J., Bosse, J., Döhner, K., Depledge, D., Kraft, A., Kay-Fedorov, P., Messerle, M., Pietschmann, T., Schulz, T., Sodeik, B., Viejo-Borbolla, A.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Grundlagen der Virologie“ / 20 Lehrstunden / 1,5 SWS P „Experimentelle Virologie“ / 35 Lehrstunden / 2,5 SWS S „Aktuelle virologische Forschung“ / 12 Lehrstunden / 1 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	69 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 111 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Praktikum	
<b>Art des Seminars</b>	Seminar	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch (Vorlesungsunterlagen, Lehrbuch und Primärliteratur für das Seminar in Englisch; nach Wunsch Seminarvorträge auch in Englisch)	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnisse in Zellbiologie, Molekularbiologie, Immunologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme am Praktikum und an den Seminaren; Referat im Seminar (60 Min.)	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der experimentellen und klinischen Virologie.</p> <p>Die Studierenden erlernen ein Verständnis für die viralen Infektionszyklen in der Zelle, die Pathogenitätsmechanismen im Wirt, die durch Viren verursachten Krankheiten, die Mechanismen der antiviralen Immunantwort sowie die Wirkweisen antiviraler Therapien und die Besonderheiten beispielhafter Viren (Herpesviren, HIV, Adenoviren, Influenza, Flaviviren, SARS-CoV2).</p> <p>Die Studierenden werden durch den Besuch der Vorlesung, in der sie die theoretischen Grundlagen, Anwendungsmöglichkeiten und Begrenzungen der experimentellen virologischen Forschung kennenlernen, auf das Praktikum und das Literaturseminar vorbereitet.</p>		
<b>Kompetenzen</b>		
<p>Die Studierenden erlangen die Kompetenz, zentrale Konzepte wie auch aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Virologie richtig zu erfassen und einzuordnen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen grundlegende Standardmethoden der Virologie und können diese selbständig durchführen sowie die erzielten Ergebnisse bewerten und einordnen.</p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Sicherheitsaspekte zur Arbeitsweise im S2-Labor mit Infektionserregern sowie die Konzepte der Gentechnischen Sicherheit und Grundsätze virologischer Methoden in Forschung und Diagnostik.</p>		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Virologische Methoden und Virusstruktur</li> <li>- RNA- und DNA-Viren, Retroviren</li> <li>- Virusbindung sowie Eintritt in die Zelle und den Zellkern</li> <li>- Stoffwechsel viraler RNA, Translationskontrolle, Replikation von RNA- und DNA-Viren</li> <li>- Virusassemblierung, intrazellulärer Transport und Ausschleusung</li> <li>- Virale Manipulation des Immunsystems</li> <li>- Pathogenese: Dissemination, Virulenz, Suszeptibilität</li> <li>- Virale Tumorentstehung</li> <li>- Prävention und Kontrolle viraler Erkrankungen</li> <li>- Chronische und akute Infektionen, AIDS</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Ausgewählte Kapitel aus S. J. Flint, L. W. Enquist, V. R. Racaniello &amp; A. M. Salka: „Principles of Virology: Volume I - Molecular Biology“; „Principles of Virology: Volume II - Pathogenesis and Control“, ASM Press, 4th Edition 2015</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Virologische Methoden (Titrierung)</li> <li>- Virus-DNA-Isolierung, Typisierung, Quantifizierung und Sequenzierung (Restriktionsverdau; BAC-Mutagenese; Bestimmung der Viruslast; Next-Generation-Sequencing; Diagnostik und Forschung)</li> <li>- Immunoblot und Immunofluoreszenzmikroskopie zur Untersuchung des viralen Infektionszyklus</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Skript des Praktikums</p>
<b>Seminar</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Jährlich wechselnd, gemäß der aktuellen Literatur und Themen in der Virologie. Die Studierenden haben die Möglichkeit, sich aus einer Kollektion aus den letzten 4 Jahren eine Publikation, die sie besonders interessiert, zur individuellen Vertiefung in eine bestimmte Thematik auszusuchen und in Zweierteams zu erarbeiten.</p> <p>Mögliche Themen sind z.B. Chronische Infektionen (Persistenz – Latenz), HIV, SARS-CoV2, Grippepandemien, Emerging Viruses, Zoonosen, Zelltropismus, Virusreplikation, Virusfreisetzung, Pathogenitätsmechanismen, Modulation des Immunsystems durch Viren, virale Erkrankungen, Impfung, Entwicklung neuer Therapeutika, Dual-Use-Problematik in der virologischen Forschung, Forschung in der pharmazeutischen Industrie.</p>
<p><b>Literatur</b></p> <p>Die PDFs der besprochenen Publikationen sind aus Open-Access-Publikationen und daher allgemein zugänglich. Zusätzlich werden allen Studierenden die PowerPoint-Dateien aller Vorträge zur Verfügung gestellt.</p>

<b>Verantwortung in der Biomedizin</b> <i>(Ethics and Law in Biomedical Research)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 7</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester (Vorlesung Gentechnische Sicherheit + Praktikum Versuchstierkunde - Gruppe A) Wintersemester (Seminar Biomedizinische Ethik + Praktikum Versuchstierkunde - Gruppe B)	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich (Biomedizinische Ethik) / Jedes Semester (Gentechnische Sicherheit + Versuchstierkunde)	
<b>Dauer</b>	2 Tage (Biomedizinische Ethik) / 1 Semester (Gentechnische Sicherheit) / 1 Woche (Versuchstierkunde)	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. A. Bleich, PhD	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. A. Bleich, PhD, PD Dr. J. Bohne, PD Dr. T. Ripperger, PhD	
<b>Dozent/innen</b>	Bleich, A., Boch, J., Bohne, J., Dohmen, C., Gerstel, S., Klos, A., , Ripperger, T., Sandrock, I., Vonberg, R.-P.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Gentechnische Sicherheit“ / 22 Lehrstunden / 1,5 SWS S „Biomedizinische Ethik“ / 5 Lehrstunden / 0,5 SWS P „Versuchstierkunde“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	68 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 112 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Praktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggf. Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Eingangsvoraussetzung für das Praktikum „Versuchstierkunde“ ist die erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesungsreihe „Grundlagen der Versuchstierkunde“ <sup>1</sup> . Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Genetik/Humangenetik für Biologen	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme Gentechnische Sicherheit: Klausur (45 Min., unbenotet) Versuchstierkunde: selbständige Durchführung der demonstrierten Methoden am Tier im Praktikum, Kleingruppen-Präsentation sowie aktive Teilnahme an den Diskussionen während des Seminarteils (unbenotet) Biomedizinische Ethik: Teilnahme an der Einführungsveranstaltung und den Fallpräsentationen, Kleingruppen-Präsentation (30 Min.) sowie aktive Teilnahme an den Diskussionsrunden, individuelle schriftliche Reflexion (1-2 DIN A4-Seiten, unbenotet)	
<b>Prüfungsleistungen</b>	keine	

### **Qualifikationsziel(e) / Modulzweck**

In diesem Modul erlernen die Studierenden die Grundlagen der guten wissenschaftlichen Praxis in der biomedizinischen Forschung sowie den sachgerechten und verantwortungsvollen Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen und Versuchstieren. Sie werden darauf vorbereitet, das Gelernte in der späteren Berufspraxis bei der umsichtigen Planung und Beantragung von Forschungsvorhaben anzuwenden und ihr eigenes Handeln kritisch zu reflektieren.

Vertiefung der Inhalte zur Sicherheit bei gentechnischen Arbeiten, Erwerb der staatlichen Anerkennung als Projektleiter nach §28 Gentechnik-Sicherheitsverordnung.

### **Kompetenzen**

#### Gentechnische Sicherheit:

Nach Absolvieren der Vorlesung mit Klausur verfügen die Studierenden über vertiefende Kenntnisse zu gentechnischen Arbeiten und können technische, organisatorische und persönliche Sicherheitsmaßnahmen zuordnen. Sie haben ein Verständnis für die Vorgehensweise bei der Risikobewertung von gentechnisch veränderten Organismen entwickelt, Kompetenzen für den sicheren Umgang mit diesen Organismen herausgebildet und sind qualifiziert für die sachgerechte Durchführung von Forschungsprojekten, die gentechnische Methoden beinhalten. Sie können gentechnischen Arbeiten nach standardisierten Kriterien bewerten und besitzen Kenntnisse zu rechtlichen Grundlagen zu Anzeige-, Anmelde- und Genehmigungsverfahren nach dem Gentechnikgesetz. Zudem sind sie in der Lage, eine Gefährdungsbeurteilung für das Arbeiten mit gentechnisch veränderter Organismen durchzuführen und können technische und organisatorische Anforderungen an den Betrieb gentechnischer Laboratorien umsetzen.

Der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung ist ein Teil der staatlichen Anerkennung als Projektleiter nach §15 der Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV).

#### Versuchstierkunde:

Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung als Voraussetzung zur Teilnahme am Praktikum sowie des Praktikums verfügen die Teilnehmer/innen über umfassende theoretische Kenntnisse und grundlegende praktische Fähigkeiten für tierexperimentelles Arbeiten gem. TierSchVersV Anl 1 Ab 1 sowie der Richtlinie EU2010/63 Anh V. Dies schließt den sachkundigen Umgang mit Versuchstieren ein, ebenso können einfache Eingriffe am Tier selbständig und verantwortungsbewusst durchgeführt werden. Darüber hinaus erlernen die Teilnehmer/innen wichtige Aspekte im Zusammenhang mit der Beantragung und Durchführung eines Tierversuchsvorhabens. Dies bereitet die Teilnehmer/innen auf die umsichtige Planung zukünftiger tierexperimenteller Projekte im Sinne des 3R-Prinzips vor.

Darüber hinaus vermittelt das Praktikum eine Grundlage zur gesellschaftspolitischen Bewertung der Verwendung von Tieren in der biomedizinischen Forschung.

Das Praktikum qualifiziert für Berufsfelder, in denen tierexperimentelles Arbeiten oder das Töten von Tieren zum Zwecke der Gewebeentnahme Bestandteil sind.

Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung sowie des Kurses erhalten die Teilnehmer/innen ein Zertifikat, das als Sachkundenachweis zur Mitarbeit an Tierversuchen von der zuständigen Behörde (LAVES) anerkannt ist und mit dem eine Ausnahmegenehmigung nach §9 des TierSchG beantragt werden kann.

#### Biomedizinische Ethik:

Die Studierenden sind mit den Grundsätzen der guten wissenschaftlichen Praxis und den Prinzipien der biomedizinischen Ethik vertraut. Sie sind in der Lage, konfliktträchtige Situationen besser zu erkennen, die sich oftmals widerstrebenden Argumente und Prinzipien analytisch gegeneinander abzuwägen und zu einem individuellen Lösungsansatz zu kommen. Durch die Bearbeitung von Fallszenarien in Kleingruppen, die gemeinsame Diskussion und abschließende individuelle, schriftliche Reflexion haben die Studierenden erfahren, dass es oftmals nicht „die richtige Lösung“ gibt und eigene spontane Lösungsideen nicht die am Ende favorisierten sind. In der Summe sind die Studierenden nach diesem Teilmodul in Ihrer Kompetenz gestärkt, Konfliktsituationen besser zu erkennen, eigene Lösungsvorstellungen zu entwickeln und in der Gruppe zu reflektieren sowie ihr eigenes Handeln kritisch zu hinterfragen.

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p><u>Gentechnische Sicherheit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheitsbewertung gentechnischer Arbeiten</li> <li>- Rechtliche Grundlagen; Anzeige-, Anmelde- und Genehmigungsverfahren nach dem Gentechnikgesetz</li> <li>- Gefährdungsbeurteilung von Tätigkeiten mit gentechnisch veränderter Organismen</li> <li>- Technische und organisatorische Anforderungen an den Betrieb gentechnischer Laboratorien</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p><u>Gentechnische Sicherheit:</u></p> <p>Eberbach, W., Palme, C., Ronellenfisch, M.: Recht der Gentechnik und Biomedizin, Loseblatt-Sammlung mit Gentechnikgesetz, Verordnungen, EG-Richtlinien und amtlichen Begründungen, Stellungnahmen von Institutionen, C.F. Müller Verlag (1990) ISBN Grundwerk 978-3-8114-6050-1, 113. Aktualisierung 06/2021</p> <p>Centers for Disease Control and Prevention, NIH: Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (6th Edition), (2020) online kostenfrei: <a href="https://www.cdc.gov/labs/BMBL.html">https://www.cdc.gov/labs/BMBL.html</a></p> <p>World Health Organization: Laboratory Biosafety Manual (4th Edition), (2020) online kostenfrei: <a href="https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311">https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311</a></p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p><u>Versuchstierkunde:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auflagen des Tierschutzgesetzes für die Durchführung von Tierversuchen</li> <li>- Dokumentation nach Tierschutzgesetz und Gentechnikgesetz</li> <li>- Haltung von Versuchstieren, Standardisierung</li> <li>- Umgang mit Versuchstieren</li> <li>- Vergleichende Anatomie und Physiologie</li> <li>- Gängige Markierungsmethoden beim Labornager</li> <li>- Wichtige Applikationsmethoden beim Labornager</li> <li>- Methoden zur Blutentnahme bei kleinen Versuchstieren,</li> <li>- Tierschutzgerechtes Töten</li> <li>- Grundlagen der Probenentnahme</li> <li>- Inhalations- und Injektionsnarkose beim Labornager</li> <li>- Narkoseüberwachung, perioperative Betreuung</li> <li>- Grundlagen der Nahtmittel- und Instrumentenkunde</li> <li>- Grundlagen sterilen Arbeitens im OP-Bereich</li> <li>- Aufbau eines OP-Arbeitsplatzes</li> <li>- Operativer Eingriff am lebenden Tier</li> <li>- Postoperative Nachsorge</li> <li>- Genetische Aspekte im Tierversuch</li> <li>- Grundlegende Aspekte zur Beantragung eines Tierversuchsvorhabens</li> <li>- Grundlagen der statistischen Datenauswertung</li> <li>- Belastungsbewertung im Rahmen eines Versuchsvorhabens</li> </ul>

**Literatur:**

Versuchstierkunde:

- The Laboratory Mouse, Hedrich, Elsevier, 2nd edition (2012);
- The Laboratory Rat, Krinke;
- Tierschutzgesetz (<http://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/>);
- Tierschutz-Versuchstierverordnung (<http://www.gesetze-im-internet.de/tierschversv/>);
- Richtlinie 2010/63/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2010:  
[http://www.bfr.bund.de/cm/343/5\\_Beratung\\_Anlage%203\\_2010-63-EU.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/5_Beratung_Anlage%203_2010-63-EU.pdf)
- Euroguide: on the accommodation and care of animals used for experimental and other scientific purposes. Based on the revised appendix A of the european convention ETS123:  
[http://www.felasa.eu/media/uploads/Euroguide\\_official\\_publication.pdf](http://www.felasa.eu/media/uploads/Euroguide_official_publication.pdf)
- The Design of Animal Experiments, Festing, Overend, Gaines Das, Borja, Berdoy, Lab. Animals Ltd. Handbook nb. 14, 2007
- Haus- und Versuchstierpflege, Weiss, Maeß, Nebendahl, Enke Verlag Stuttgart, 2. Auflage (2003)
- Veröffentlichungen der Gesellschaft für Versuchstierkunde (GV-SOLAS): [www.gv-solas.de](http://www.gv-solas.de)

**Seminar**

**Inhalte:**

Biomedizinische Ethik:

Nach einer einstündigen Einführung zu den Grundzügen der ‚principles of medical ethics‘ werden Kleingruppen gebildet, die je ein Fallbeispiel zur Bearbeitung und Präsentation erhalten. Fallkonstellationen von individualethischer und sozialetischer Relevanz werden im Rahmen der Seminare durch Kurzvorträge und Rollenspiele präsentiert. Im Anschluss wird von der präsentierenden Kleingruppe eine Gruppendiskussion moderiert. Zu den behandelten Aspekten zählen neben der guten wissenschaftlichen Praxis z.B. auch Schweigepflicht, Recht auf Nicht-Wissen, vorgeburtliche Diagnostik, prädiktive genetische Untersuchungen, Eigenverantwortung u.a.. Im Anschluss an das Seminar werden von den Studierenden individuelle Reflexionen über das bearbeitete Fallbeispiel verfasst. Die Präsentation und/oder Berichte können wahlweise auf Deutsch oder Englisch gehalten/verfasst werden. Die Studierenden haben nach individueller Terminvereinbarung die Möglichkeit zu einer Vorbesprechung und Diskussion des Fallbeispiels im Rahmen ihrer Kleingruppe.

**Literatur:**

Biomedizinische Ethik:

MHH, Gute Wissenschaftliche Praxis, inclusive eLearning link, <https://www.mh-hannover.de/gwp1.html>;  
Gendiagnostikgesetz, z.B. [http://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/GendiagnostikKommission/GEKO\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/GendiagnostikKommission/GEKO_node.html);  
Gillon R. Medical ethics: four principles plus attention to scope. BMJ 1994, 309:184  
Beauchamp & Childress, Principles of biomedical ethics, Oxford University Press, 7th edition, 2013;  
Schaaf & Zschocke, Basiswissen Humangenetik, Springer Verlag, 2., überarb. Aufl., 2013;  
OMIM, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/omim>;  
orphanet, <https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/index.php?lng=DE>  
Hinweis: weitere für spezifische Fallbeispiele relevante Literatur wird, wenn erforderlich, zur Verfügung gestellt

<sup>1</sup> Die **Vorlesung „Grundlagen der Versuchstierkunde“** wird vorausgesetzt und ist nicht Bestandteil des Moduls. Wenn sie nicht im Rahmen des Bachelor-Studiums bereits erfolgreich absolviert wurde, muss sie während des 1. Semesters nachgeholt werden (erfolgreiche Teilnahme, unbenotete Klausur). Sie umfasst folgende Themen: Tierschutzrechtliche Grundlagen, Ethik im Tierversuch, Biologie der wichtigsten Versuchstierarten, Haltung und Kennzeichnung von Versuchstieren, Genetik und Nomenklatur von Labornagern, artspezifische Handhabung und Applikationsmethoden, Blutgewinnung und tierschutzgerechtes Töten von Versuchstieren, Hygienemanagement und Gesundheitsüberwachung, Grundlagen chirurgischen Arbeitens, präoperative Versorgung, Anästhesie, postoperative Versorgung, Schmerzerkennung und -therapie, Planung und Auswertung von Tierversuchen.

<b>Omics-Techniken, Biostatistik und Bioinformatik</b> <i>(Omics-techniques, biostatistics and bioinformatics)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 8</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Dr. Anika Großhennig	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. Anika Großhennig	
<b>Dozent/innen</b>	Bähre, H., Bakker, H., Dittrich-Breiholz, O., Großhennig, A., Holzward, D., Pich, A., Polten, F., Reubold, T., Seifert, R., Wiehlmann, L., Wiesner, S.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V: 38 Lehrstunden P: 38 Lehrstunden	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	76 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 104 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Praktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Biochemie und Statistik, Grundkenntnisse Excel	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Praktikumsbericht/-präsentation	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Im Modul werden grundlegende Kenntnisse zur methodischen, bioinformatischen und biostatistischen Planung, Auswertung und Interpretation von Experimenten aus den Bereichen Genomics, Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics und Glycomics vermittelt.		
<b>Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. OMICS Techniken zu kennen und zu verstehen.</li> <li>2. OMICS Experimente selbständig zu planen und dabei wichtige Designaspekte der Experimente, wie z.B. Spezifizierung und Formulierung der Forschungsfrage und der Hypothesen, Probenzahl, Probengewinnung, das darauf aufbauende statistische Auswertungskonzept und anfallende Kosten zu berücksichtigen.</li> <li>3. die generierten Daten mit grundlegenden biostatistischen Verfahren auszuwerten, zu interpretieren und zu beurteilen.</li> <li>4. bioinformatische und statistische Programme zu benutzen, die Ergebnisse zu interpretieren und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen.</li> </ol>		

## Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Statistik</b> (deskriptive Statistik, Inferenzstatistik, Anwendung von statistischen Tests im Omics-Bereich, Biomarker, Big Data, Fallzahlplanung, Batch-to-batch-variation, Multiplizitätsprobleme, Hauptkomponentenanalyse, Qualitätsstandards, Sensitivität, Spezifität)</li> <li>- <b>Genomics</b> (Next Generation Sequencing, Whole Genome Sequencing, Exom-Sequenzierung, Amplikon-Sequenzierung, Targeted-Enrichment-Sequenzierung, Sequenzassemblierung, Metagenomik, CHIP-Sequenzierung, Epigenetische Analysen)</li> <li>- <b>Transcriptomics</b> (Microarrays, RNA-seq, Single Cell RNA-seq, Gene Ontology Analyse, Pathway Analyse, Hierarchisches Clustern, Principal Component Analyse)</li> <li>- Grundlagen der <b>Massenspektrometrie</b> (Chromatographie, Ionenquellen, Analysatoren, Validierung)</li> <li>- <b>Proteomics</b> (Top-down, Bottom-up, Fragmentierungsmethoden, shot-gun Proteomics, Multiple Reaction Monitoring, Data-dependent und -independent Acquisition, de-novo-Sequenzierung, Datenbanksuche, Proteinquantifizierung, Visualisierung)</li> <li>- <b>Glycomics</b> (N-, O-, C-Glykane, Glykolipide, ESI, MALDI, HPLC, CGE-LIF, Lectinomics, Metabolic labelling, 2D DIGE)</li> <li>- <b>Metabolomics, Grundlagen der LC</b> (Untargeted und targeted Analyses, MRM, Suche nach Veränderungen im Metabolom, Beispiel Lesch-Nyhan-Erkrankung)</li> <li>- <b>Bioinformatik</b> (Ergebnisbewertung von OMICS-Experimenten mittels Bioinformatischer Verfahren; Datenbankrecherche, Proteinsequenzanalyse, Proteinstrukturvorhersage)</li> </ul>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in R, Visualisierung</li> <li>- Qualitätskontrolle genomischer Sequenzdaten, Alignment, Variant Calling und Qualitätsbeurteilung unter Verwendung der MHH Galaxy-Plattform</li> <li>- Prozessierung eines RNA-seq Datensatzes unter Verwendung der MHH Galaxy-Plattform</li> <li>- Auswertung von Proteomics-Datensätzen (Datenbanksuche, Einfluss der Suchkriterien, Qualitätsstandards, Proteinquantifizierung, Visualisierung)</li> <li>- Auswertung eines non-targeted Experimentes (Identifizierung von Marker-Metaboliten), Exemplarisch targeted Analyse eines identifizierten Metaboliten, statistische Auswertung</li> <li>- Identifizierung von Glykopeptiden in massenspektrometrischen Daten, Proteasen, Berechnung von Glykopeptid-Massen, Generierung von Extracted Ion Chromatogrammen, Auswertung von CGE-LIF Elektropherogrammen zur Identifizierung von Glykosphingolipid-Glykanen</li> </ul>
<b>Literatur</b>
<p><b>Statistik:</b> Douglas Altman, 1991, Practical Statistics for Medical Research, Chapman and Hall/CRC</p> <p><b>Informationen zu R:</b> <a href="https://www.r-project.org/">https://www.r-project.org/</a></p> <p><b>Massenspektrometrie:</b> Jürgen H. Gross, Massenspektrometrie – Ein Lehrbuch</p> <p><b>Proteomics:</b> Der Experimentator Proteinbiochemie/Proteomics</p> <p><b>Überblick über Glycomics:</b> Essentials of Glycobiology</p> <p><b>Allgemeine Beschreibung von modernen Sequenzierungsverfahren:</b> Goodwin <i>et al.</i>, 2016, Nat. Rev. Gen 17, 333-351, Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies; <i>Beschreibung von single cell RNA-Seq:</i> Zheng <i>et al.</i>, 2017, Nat. Commun. 8, 14049, Massively parallel digital transcriptional profiling of single cells</p> <p><b>Beispiel zu PCA und Clustering im Bereich OMICS:</b> Frimmersdorf <i>et al.</i>, 2010, Environ. Microbiol. 6, 1734-1747, How <i>Pseudomonas aeruginosa</i> adapts to various environments: a metabolomics approach</p> <p><b>Beschreibung der Galaxy-Plattform:</b> Afgan <i>et al.</i>, 2018, Nucleic Acids Res. 46(W1), W537-W544, The Galaxy platform for accessible, reproducible and collaborative biomedical analyses: 2018 update</p>

<b>Pharmakologie/Toxikologie</b> <i>(Pharmacology /Toxicology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 9</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester (Praktikum), Wintersemester (Vorlesung)	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	2 Wochen (Praktikum), 1 Semester (Vorlesung)	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Detlef Neumann	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Detlef Neumann	
<b>Dozent/innen</b>	Bähre, H., Batkai, S., Escher, S., Fiedler, J., Genth, H., Gerhard, R., Just, I., Neumann, D., Pich, A., Rohrbeck, A., Rummel, A., Sandner, P., Schirmer, B., Schneider, E., Seifert, R., Sewald, K., Schirmer, B., Tsikas, D., Wolter, S.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Pharmakologie und Toxikologie für Biomedizin-Studierende“ / 48 Lehrstunden / 3,5 SWS P „Experimentelle Pharmakologie und Toxikologie“ / 50 Lehrstunden / 3,5 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	8 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	100 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 140 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	-	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggf. Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Biochemie und Physiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Versuchsprotokolle	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Das Modul vermittelt grundlegende und vertiefende Kenntnisse der Pharmakologie und Toxikologie. Diese werden theoretisch (Vorlesung) und experimentell (Praktikum) vermittelt. Ziel des Moduls ist, dass die Absolventinnen und Absolventen über ein breites Wissen über Wirkstoffe verfügen und die in der Erforschung dieser Substanzen wichtigen und vielseitig verwendeten Methoden und Techniken kennen.		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden haben ein umfangreiches Verständnis über Wirkstoffe, i.e. Pharmaka und Toxine. Insbesondere Wirkmechanismen, therapeutische Einsatzbereiche, die regulativen Grundlagen und die bekannten Einschränkungen für den Einsatz von Pharmaka werden erlernt. Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle pharmakologisch/toxikologische Forschungsprojekte zu verstehen, selber zu planen und mit modernen biowissenschaftlichen und analytischen Methoden durchzuführen. Darüber hinaus können sie die Aussagekraft von pharmakologischen und toxikologischen Experimenten beurteilen.		

## Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Pharmakologie und Pharmakokinetik/-dynamik</li> <li>• Pharmakologie: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Stoffwechselerkrankungen</li> <li>○ Neurotransmitter und Hormone</li> <li>○ Herz-Kreislaufsystem</li> <li>○ Infektion (bakteriell, viral)</li> <li>○ Entzündung und Allergie</li> <li>○ Schmerz</li> <li>○ Krebserkrankungen</li> </ul> </li> <li>• Einführung in die Toxikologie</li> <li>• Toxikologie <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Halogenierte Kohlenwasserstoffe</li> <li>○ Metalle</li> <li>○ Gase und Alkohole</li> <li>○ Missbrauchssubstanzen</li> <li>○ Natürliche Gifte</li> <li>○ Bakterielle Toxine</li> <li>○ Organtoxikologie</li> <li>○ Regulatorische Toxikologie</li> <li>○ Methoden der Risikobewertung</li> </ul> </li> <li>• Aktuelle pharmakologische und toxikologische Themen</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Aktories, Förstermann, Hofmann, Starke: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie Arzneimittelwirkungen, Urban &amp; Fischer Verlag, München, aktuelle Auflage</p> <p>Seifert: Basiswissen Pharmakologie, Springer Verlag, Berlin, 2. Auflage</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Methoden der Toxikologie und Pharmakologie</li> <li>• Zellkulturexperimente</li> <li>• Tierorganmodell</li> <li>• Analytische Methoden</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Praktikumsskript, ausgewählte Literatur</p>

<b>Masterarbeit mit "Scientific Writing" und Kolloquium</b> <i>(Master Thesis incl. course Scientific Writing and Colloquium)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM P 10</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- oder Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	nach Absprache	
<b>Dauer</b>	6 Monate	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizin	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizin / Studiengangskoordination	
<b>Dozent/innen</b>	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizin	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	S „Scientific Writing“ / 15 Lehrstunden / 1 SWS Masterarbeit / 885 Lehrstunden	
<b>Leistungspunkte</b>	30 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	15 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Kolloquium) 885 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Abschlussarbeit	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	1	
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnis der Inhalte der Module des 1.-3. Semesters im Masterstudiengang Biomedizin	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin	
<b>Studienleistungen</b>	tägliche Anwesenheit, Versuchsdurchführung und Protokollierung im Laborbuch, Teilnahme am Kurs „Scientific Writing“	
<b>Prüfungsleistungen</b>	schriftliche Masterarbeit (80%), Kolloquium (20%)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Selbständige Planung und Durchführung einer wissenschaftlichen Arbeit.		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, in einer vorgegebenen Frist eine biomedizinische Fragestellung selbständig unter Einsatz wissenschaftlicher Methodik zu bearbeiten und weiterzuentwickeln. Sie erstellen eine wissenschaftliche Arbeit unter Berücksichtigung der Quellen sowie der formalen Rahmenbedingungen. Die Absolvent/innen sind in der Lage, Ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen, diese mit Literatur zu vergleichen, sie zusammenzufassen und einem Fachpublikum vorzustellen. Im Vortrag reflektieren die Studierenden die Inhalte ihrer Arbeit und geben eine kritische Zusammenfassung.		

#### Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Praktikum</b>
<b>Inhalte:</b> Thematik aus aktuellem, biomedizinisch relevantem Bereich der Naturwissenschaften.
<b>Literatur:</b> Themenspezifisch, wird von der/dem jeweiligen Betreuer/in bekannt gegeben.

<b>Biochemie der Signalübertragung und -verarbeitung</b> <i>(Biochemistry of signal transduction)</i>		M. Sc. Biomedizin BM WP 01
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. M. Gaestel	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. R. Niedenthal	
<b>Dozent/innen</b>	Binz, T., Dittrich-Breiholz, O., Gaestel, M., Koch, A., Kotlyarov, A., Niedenthal, R., Scheibe, R., Shcherbata, H., Windheim, M.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	S „Signalübertragung und -verarbeitung“ / 14 Lehrstunden / 1 SWS P „Signalübertragung und -verarbeitung“ / 70 Lehrstunden / 5 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium</b>	84 Lehrstunden Präsenzstudium 96 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	1 / 2	
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	-	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme Seminar, Praktikum	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Protokoll	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Vermittlung grundlegender Zusammenhänge und deren Anwendung zu den Themengebieten Signalregulation		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden kennen verschiedene Mechanismen der Signalübertragung, ihrer Regulation und Signalverarbeitung sowie die Anwendung protein- und molekularbiologischer Arbeitstechniken insbesondere der Zell und Gewebekultur.		
Die Studierenden können ihre Kenntnis zur Nutzung protein- und molekularbiologischer Arbeitstechniken, Zell- und Gewebekultur und Planung von Experimenten zur Signaltransduktion anwenden sowie Versuchsdaten erfassen, auswerten und in Form eines Praktikumsprotokolls präsentieren.		

## Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Seminar</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Komponenten und Prozesse der Signaltransduktion</li> <li>• Kinasen und Transkriptionsfaktoren</li> <li>• Proteinkinasen in Entzündungsreaktionen</li> <li>• Regulation der Transkription durch Signaltransduktionsmechanismen</li> <li>• Wirkung von Ubiquitin und ähnlichen Proteinen</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Krauss: Biochemistry of Signal Transduction and Regulation-Wiley-VCH</li> <li>• B. Alberts et al.: Molecular biology of the cell</li> <li>• J. M. Berg et al.: Biochemistry</li> <li>• W. Müller-Esterl: Biochemie</li> <li>• Originalartikel</li> </ul>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekularbiologische Techniken, z.B.:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PCR, RT-PCR, Real Time PCR</li> <li>○ Klonierung von DNA-Fragmenten; Herstellung von Expressionsvektoren</li> <li>○ Produktion, Reinigung und Charakterisierung rekombinanter Proteine in <i>E. coli</i> und in Zellkulturzellen, Aufreinigung von GST-, Strep-Tag Fusionsproteinen</li> <li>○ Transiente und stabile Transfektion von Säuger-Zelllinien</li> <li>○ RNA-Protein Interaktion <i>in vitro</i>, Isolation RNA-bindender Proteine, siRNA</li> <li>○ Elektrophorese</li> <li>○ mRNA Isolierung, genomweite Analyse Protein-bindender RNAs mittels Microarray-Technologie</li> </ul> </li> <li>• Proteinbiochemische Techniken, z.B.:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elektrophorese, Western-Blot,</li> <li>○ Enzymassays, UV-, Fluoreszenz- und Luminiszenzspektroskopie</li> <li>○ Säulenchromatographie</li> <li>○ Untersuchungen von Proteininteraktion, Fusionsproteine und Translokation</li> <li>○ Untersuchungen zur Proteinkonjugation <i>in vivo</i> und <i>in vitro</i></li> </ul> </li> <li>• Zell- und Gewebekultur, z.B.:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kultur und Transfektion verschiedener Säugerzelllinien</li> <li>○ FACS</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Originalartikel</p>

<b>Biomembranes</b> <i>(Biomembranes)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 02</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Dr. H. Bakker	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. H. Bakker	
<b>Dozent/innen</b>	H. Bakker, F. Routier und Mitarbeiter/innen der Abteilung Klinische Biochemie	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Biomembranes“ / 14 Lehrstunden / 1 SWS S „Biomembranes“ / 14 Lehrstunden / 1 SWS P „Biomembranes“ / 42 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium</b>	70 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 110 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	1 / 2	
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Vorlesungsbesuch, Versuchsprotokolle, Seminarvortrag	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Mündliche Prüfung	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Vermittlung grundlegender Zusammenhänge und deren Anwendung von Biomembranen		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über den Aufbau und Funktion von Biomembranen und sind dadurch in der Lage Literaturdaten zu verstehen, zu interpretieren und zu präsentieren.		
Die Studierenden lernen methodische Anwendungen im Bereich Biomembranforschung kennen und sind in der Lage Experimente zu planen und auszuführen. Die Teilnehmer/innen können Versuchsdaten interpretieren und verstehen.		

#### Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung / Seminar</b>
<b>Inhalte:</b>
Physico-chemische Eigenschaften der Membranbausteine
Biosynthese von Membranbausteinen
Organisation von Membranen
Transport durch Membranen
Intrazellulärer Vesikeltransport
Spezialisierte Membranen und Membranbereiche
Pathophysiologie der Auf- und Abbau Prozesse biologischer Membranen

**Literatur:**

B. Alberts et al.: Molecular biology of the cell

H. Lodish et al.: Molecular cell biology

Aktuelle Fachliteratur

**Praktikum**

**Inhalte:**

**Allgemeine Techniken**

- Dünnschichtchromatographie
- Chromatographische Verfahren
- Solubilisationsmethoden
- Ultraschall
- Dichtegradientenzentrifugation
- Subzelluläre Fraktionierungen
- Immunologische Methoden.

**Spezielle Techniken**

- Herstellung artifizierlicher Membranen (Membranvesikel, Liposomen)
- Assays mit membrangebundenen Enzymen
- Differenzielle Solubilisierungsverfahren
- Differenzielle Öffnung von Biomembranen
- Immunfärbungen auf den Dünnschichtplatten
- Mikroskopische Verfahren
- Massenspektroskopische Verfahren

**Literatur:**

Siehe Vorlesung

<b>Organogenese und Regeneration</b> <i>(Organogenesis and Regeneration)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 3</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kispert	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Andreas Kispert	
<b>Dozent/innen</b>	Kispert, A., Lüdtke, T., Rudat, C., Trowe, M.-O.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Organogenese und Regeneration“ / 24 Lehrstunden / 2 SWS P „Organogenese und Regeneration“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	66 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistungen) 84 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Kleingruppenprojekt	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	2 / 6	
<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch (Primärliteratur, Handouts)	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Zell-, Molekular- und Entwicklungsbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Referat, Versuchstestat	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Min., 65%) Referat (35%) Beide Prüfungsleistungen müssen bestanden werden.	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Das Modul vermittelt profunde Kenntnisse über molekulare und zelluläre Mechanismen der Entwicklung und Regeneration von Geweben und Organen. Die Studierenden verfügen nach Besuch des Praktikums über Kenntnisse und praktische Erfahrungen im Umgang mit grundlegenden embryologischen und molekularbiologischen Arbeitstechniken zur Analyse von Organogenese und Regenerationsprozessen.		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden kennen und verstehen wesentliche molekularbiologische und embryologische Methoden, die für die Analyse von Organogenese und Regenerationsprozessen zur Verfügung stehen und beherrschen deren praktische Anwendung. Die Studierenden besitzen ein Verständnis über Entwicklungsstörungen und ihrer pathologischen Konsequenzen und über die Möglichkeiten und Beschränkungen regenerativer Therapien.		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p><b>Modellsysteme für Organogenese und Regeneration</b> Invertebratenmodelle (Hydra, C. elegans, Plattwürmer, Drosophila), Wirbeltiermodelle (Zebrafisch, Amphibien, Maus)</p> <p><b>Grundlegende entwicklungsbiologische Prinzipien</b> Musterbildung, Differenzierung, Induktion, Determinierung, Zelllinien, Zellschicksale, Dedifferenzierung, Stammzellen</p> <p><b>Grundlegende entwicklungsbiologische Techniken</b> Zellschicksalsanalysen, Reportersysteme, embryologische Manipulationen, Gewebe- und Organkulturen</p> <p><b>Somitogenese</b> Somitogenese als repetitiver Prozess, oszillierende Signalwege, dorso-ventrale Differenzierung der Somiten, anterior-posteriore Musterung und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Wirbelsäule, Myogenese</p> <p><b>Entwicklung und Regeneration von Gliedmaßen</b> Signalsysteme und ihre Interaktion in der Etablierung der Hauptachsen der Gliedmaßenknospe in Amnioten, Gewebedifferenzierungen (Knochen, Muskel), Angeborene Defekte der Gliedmaßen, Amputation und Regeneration von Gliedmaßen</p> <p><b>Entwicklung und Regeneration im Herzkreislaufsystem</b> Entwicklung des Herz- und Kreislaufsystems in Nichtvertebraten und Vertebraten, Kardiale Induktion und Differenzierung, Angiogenese, Vaskulogenese, Angeborene Defekte der Herzentwicklung, Epikard, Regeneration von Herzmuskelgewebe</p> <p><b>Entwicklung und Regeneration der Lunge und Leber</b> Endodermale Schicksale, hepatische versus pulmonale Induktion, Entwicklung der Säugelunge und -leber, Verzweigungsmorphogenese, alveoläre und hepatobiliäre Differenzierung, Regeneration von Lunge und Leber</p> <p><b>Entwicklung und Regeneration im Exkretionssystem</b> Nierenentwicklung im Säuger, Verzweigungsmorphogenese des Sammelrohrsystems, Nephrogenese, Entwicklung des Harnleiters, CAKUT-Kongenitale Defekte der Nieren und Harnwege, Nephrogene Vorläuferzellen</p> <p><b>Entwicklung ektodermaler und neuroektodermaler Organe</b> Entwicklung der Hypophyse, Musterung und Differenzierungsvorgänge, Entwicklung des Innenohrs, Induktion, Musterung, Differenzierung und Regeneration von Haarsinneszellen</p>
<p><b>Literatur:</b> Wolpert: Principles of Development, Oxford University Press; Martinez-Arias, Stewart: Molecular Principles of Animal Development, Oxford University Press</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolierung von Mausembryonen verschiedener Postimplantationsstadien</li> <li>- Paraffinschnitte, Histologische Färbemethoden</li> <li>- Isolierung und Kultivierung von Organrudimenten aus Embryonen (Lunge, Niere)</li> <li>- Manipulation von Signalwegen in kultivierten Organen</li> <li>- Separation und Rekombination embryonaler Gewebe</li> <li>- Analyse von Reportergenaktivitäten (GFP, lacZ) in Embryonen und Organen</li> <li>- Expressionsanalysen von Genen (Schnitt in situ Hybridisierungen) und Proteinen in Organen (Immunfluoreszenz)</li> <li>- Isolierung von genomischer DNA, Genotypisierungen</li> <li>- Assays zur Apoptose und Proliferation</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Praktikumsskript, Internet</p>

<b>Stammzellforschung, Organoids und Tissue Engineering</b> <i>(Stem Cell Biology, Organoids and Tissue Engineering)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 4</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Martin	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. Sylvia Merkert	
<b>Dozent/innen</b>	Andrée, B., Dahlmann, J., Drakhlis, L., Gruh, I., Martin, U., Merkert, S., Olmer, R., Ramm, R., Wiegmann, B., Zweigerdt, R.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Stammzellforschung, Organoids und Tissue Engineering“ / 24 Lehrstunden / 2 SWS P „Stammzellforschung, ORganoids und Tissue Engineering“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	64 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistungen) 86 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	3 / 6	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggf. Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Zellbiologie und molekularer Entwicklungsbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Versuchsprotokolle	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Referat (10 Min. PowerPoint-Präsentation) mit kritischer Diskussion einer ausgewählten wiss. Publikation	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Das Modul vermittelt vertiefende theoretische Kenntnisse der Biologie embryonaler und adulter sowie reprogrammierter Stammzellen.		

## Kompetenzen

### Vorlesung:

- Die Teilnehmer/innen sind in der Lage, biologische Grundprinzipien zu erkennen und vergleichend darzustellen.
- Die Teilnehmer/innen kennen die aktuelle Forschung im Bereich der regenerativen Therapien mit Schwerpunkt der Regeneration von Weichgeweben (Herzmuskel, Lunge). Sie haben die Fähigkeit, zellbiologisches Grundlagenwissen auf anwendungsorientierte (prä-)klinische Forschungskonzepte in diesen Bereichen zu übertragen.
- Die Teilnehmer/innen können Chancen und Risiken neuer therapeutischer Konzepte erkennen und diese unter den Aspekten der Machbarkeit, des klinischen Bedarfes sowie ethischer Fragestellungen beurteilen.

### Praktikum:

- Die Teilnehmer/innen beherrschen die Durchführung von grundlegenden (Stamm-)Zellkulturtechniken, inkl. Basistechniken des Tissue Engineering, sowie die molekulare und immunhistologische Charakterisierung von Zellen und Geweben, mit denen aktuelle Fragestellungen der oben geschilderten Forschungsbereiche bearbeitet werden. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse komplexer Versuchsabläufe eigenständig zu strukturieren, zu analysieren und fachgerecht darzustellen.
- Die Teilnehmer/innen sind in der Lage, eine wissenschaftliche Publikation aus dem Themenfeld der Vorlesung zu verstehen und in den Kontext der aktuellen Forschung einzuordnen. Sie können die Ergebnisse ihrer Analyse fachgerecht referieren, indem sie die Methodik, Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Publikationen schlüssig erklären und kritisch beurteilen.

## Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organtransplantation und Regenerative Therapien</li> <li>- Grundlagen der Stammzellbiologie</li> <li>- Embryonale Stammzellen, Reprogrammierung (iPSCs), Epigenetik, CRISPR/Cas for gene editing</li> <li>- Organoid-Technologie</li> <li>- Regenerative Therapien: Klinische Anwendungen</li> <li>- Grundlagen des Tissue Engineering</li> <li>- Stammzell-basierte Lungenregeneration &amp; Herzregeneration</li> <li>- Ex-vivo Organperfusion und Entwicklung einer Biohybridlunge</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> ausgewählte Kapitel von Alberts: Molecular Biology of the Cell</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Im Rahmen des Kurses sollen Methoden vermittelt werden, mit denen aktuelle Fragestellungen der oben geschilderten Forschungsbereiche bearbeitet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kultur und Differenzierung pluripotenter Stammzellen</li> <li>- Genetische Modifikation von Stammzellen</li> <li>- Herstellung bioartifizieller Gewebe (Tissue Engineering)</li> <li>- Herstellung von Organoiden</li> <li>- Biomaterialtestungen</li> </ul> <p>Kritische Beurteilung wiss. Publikationen, Strukturierung wiss. Referate. Im Rahmen des Praktikums müssen zugeteilte wiss. Publikationen bearbeitet werden.</p>
<p><b>Literatur:</b> s.o.</p>

<b>Experimentelle Hämatologie</b> <i>(Experimental Hematology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 5</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Axel Schambach	
<b>Ansprechpartner/in</b>	PD. Dr. Michael Morgan	
<b>Dozent/innen</b>	Büning, H., Galla, M., Ha, T.C., Lachmann, N., Lange L., Mätzig, T., Morgan, M., Rothe, M., Schambach, A., Schott, J., Zimmermann, K.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Experimentelle Hämatologie“ / 22 Lehrstunden / 2 SWS P „Experimentelle Hämatologie“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	62 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 88 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	5 / 8	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggf. Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Zellbiologie und Molekularbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Versuchsprotokoll zum Praktikum	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Mündliche Prüfung (30 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Das Modul vermittelt den Studierenden Grundwissen und vertiefende Kenntnisse über den Aufbau der Hämatopoese (Blutsystem) und der genetischen Modifizierung hämatopoetischer Zellen. Die Studierenden kennen die wichtigsten Methoden der experimentellen Hämatologie, Gentherapie, Molekularbiologie und Zellbiologie.		
<b>Kompetenzen</b>		
VL: Die Studierenden kennen den Aufbau des Blutsystems und die zugrundeliegenden Steuermoleküle, wie z.B. Transkriptionsfaktoren und Zytokine. Sie verfügen darüber hinaus über ein Verständnis, wie sich das Blutsystem embryologisch und im adulten Organismus aus Blutstammzellen entwickelt. Außerdem besitzen sie Kompetenzen für die genetische Modifikation von Zellen, wie z.B. für therapeutische oder experimentelle Zwecke.		
P: Die Studierenden kennen die Orte der Blutbildung im adulten Organismus und können Blutzellen kultivieren. Sie besitzen ein Verständnis für die Differenzierung von Blutzellen im sog. „Colony Assay“ und verfügen über Kompetenzen in der genetischen Modifikation von Zellen. Sie wissen, wie man retro- und lentivirale Vektoren herstellt, damit Zellen „transduziert“ und den erfolgreichen Gentransfer nachweist.		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normale und defekte Blutbildung</li> <li>- Entwicklung der Hämatopoese / Blutbildung</li> <li>- Blutstammzellexpansion</li> <li>- Virale und nicht-virale Vektoren für den Gentransfer</li> <li>- Gen- und Zelltherapie</li> <li>- Zytokine und ihre Rezeptoren</li> <li>- Transkriptionsfaktoren und Differenzierung von Blutzellen</li> <li>- Maligne Transformation von Blutzellen</li> <li>- Blutstammzellen und DNA-Reparatur</li> <li>- Biologische Sicherheit genmodifizierter Zellen</li> <li>- Mausmodelle und andere experimentelle Systeme für hämatologische Fragestellungen</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Alberts / Johnson / Lewis, Raff, Roberts, Walter, Molekularbiologie der Zelle, Lehrbuch          Herzog et al., Gene Therapy Immunology, Lehrbuch, Wiley &amp; Sons 2009          McKenzie, Textbook of Hematology, Williams &amp; Wilkins, Lehrbuch          Atala / Lanza / Thomson / Nerem, Principles of Regenerative Medicine, Lehrbuch          PowerPoint-Folien zu allen Vorlesungen</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Durchführung verschiedener Methoden in der experimentellen Hämatologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse der Zellen mittels FACS/Durchflusszytometrie und mit Mikroskopie</li> <li>- Generierung viraler Überstände für die Genterapie und den Gentransfer / Transfektion</li> <li>- Genetische Modifikation von Zellen des blutbildenden Systems / Genterapie</li> <li>- Nachweis des Ortes der retroviralen Insertion (mittels LM-PCR)</li> <li>- Reporter-Assays zur Erfassung der Blutbildung („Colony Assays“) und genetischen Modifikation (quantitative PCR und droplet digital PCR)</li> </ul> <p>Optional: Gewinnung von hämatologischen Stammzellen/Vorläuferzellen der Maus</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Alberts / Johnson / Lewis, Raff, Roberts, Walter, Molekularbiologie der Zelle, Lehrbuch          Der Experimentator: Molekularbiologie/Genomics, Zellkultur, Proteinbiochemie, Immunologie, Lehrbuch-Serie          Detaillierte Praktikumskripte zu allen Anteilen des Praktikums</p>

<b>Transplantationsimmunologie</b> <i>(Transplant Immunology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 6</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rainer Blasczyk	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. Christina Bade-Döding	
<b>Dozent/innen</b>	Bade-Döding, C., Bonifacius, A., Dragon, A. C., Eiz-Vesper, B., Elsner, H.A., Figueiredo, C., Haukamp, F., Tischer-Zimmermann, S.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Transplantationsimmunologie“ / 22 Lehrstunden / 1,5 SWS S „Experimentelle Transplantationsimmunologie“ / 2 Lehrstunden / 0,5 SWS P „Experimentelle Transplantationsimmunologie“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	66 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 84 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	3 / 6	
<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Zell- und Molekularbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Praktikumsprotokolle, Seminarvortrag	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse der Transplantationsimmunologie und Histokompatibilität. Die Studierenden erlangen ein erweitertes Verständnis der allogenen Immunantwort einschließlich der Struktur, Genetik und Funktion der HLA-Moleküle bzw. des HLA-Systems sowie der xenogenen Immunantwort und anderer Barrieren der Xenotransplantation. Die Studierenden erlernen experimentelle Methoden zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen zur allogenen und xenogenen Immunantwort.		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden haben nach Besuch der Vorlesung ein Verständnis für die allogene Immunreaktion und Histokompatibilität einschließlich der Funktion von HLA-Molekülen und deren Bedeutung bei Transplantation, Autoimmunität und Pharmakogenetik (Arzneimittelunverträglichkeiten). Sie kennen die essentiellen Charakteristika der Aktivierung alloreaktiver T-Zellen und B-Zellen sowie die Kriterien der Histokompatibilität für eine erfolgreiche allogene Transplantation und adoptive Immuntherapie. Sie erlernen die Methoden zur Feststellung der Histokompatibilität einschließlich der molekularbiologischen und zellulären Techniken der Antigen- und Antikörper-Charakterisierung. Die Studierenden erlernen die Prinzipien der Xenotransplantation sowie deren immunologischen, koagulatorischen und infektiologischen Barrieren.		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allogene Immunreaktion und Histokompatibilität</li> <li>- Allogene Organtransplantation</li> <li>- Xenogene Organtransplantation (Xenotransplantation)</li> <li>- Hämatopoetische Stammzelltransplantation (Immuntherapie)</li> <li>- Adoptive T-Zell-Therapien</li> <li>- Funktion und Relevanz nicht klassischer HLA Moleküle</li> <li>- Immunevasionsstrategien von Viren</li> <li>- Immunevasionsstrategien von Tumoren</li> <li>- HLA-assoziierte Autoimmunerkrankungen</li> <li>- HLA-assoziierte Arzneimittelunverträglichkeiten (Pharmakogenetik)</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Steven G. E. Marsh, Peter Parham, Linda. D. Barber: The HLA FactsBook, Academic Press;          Narinder K. Mehra et al.: The HLA complex in Biology and Medicine, JP MEDICAL PUBLISHERS;          K. Murphy, P. Travers, M. Walport: Janeway's Immunobiology, Garland Science          Kaufmann S. H. E, Blasczyk, R: Basiswissen Immunologie, Springer, 2024</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolierung von PBMCs</li> <li>- Durchflusszytometrische Analysen (FACS)</li> <li>- Aktivierung von Memory-B-Zellen und Nachweis Donor-spezifischer Antikörper</li> <li>- ELISPOT-Assay zum Nachweis spezifischer Antikörper-sekretierender Zellen</li> <li>- FACS-basierter Zytotoxizitätsassay</li> <li>- Herstellung rekombinante Proteine exprimierende Zellen einschließlich HLA mittels viraler Transduktion</li> <li>- ELISA zum Nachweis rekombinanter HLA-Moleküle</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Siehe Vorlesung</p>

<b>Medizinische Mikrobiologie</b> <i>(Medical Microbiology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 7</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dirk Schlüter	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Guntram Graßl	
<b>Dozent/innen</b>	Bange, F.-Ch., Gopala Krishna, N., Graßl, G., Klos, A., Lochner, M., Schlüter D., Vital, M., Winstel, V.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Grundlagen der Medizinischen Mikrobiologie“ / 24 Lehrstunden / 1,5 SWS P „Experimentelle Medizinische Mikrobiologie“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	66 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 84 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	4 / 20	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggfs. Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Mikrobiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Kurzprotokolle	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der medizinischen Mikrobiologie. Die Studierenden erwerben ein Verständnis für die relevanten Bakterien, Parasiten und Pilze, die als Krankheitserreger des Menschen auftreten. Zusätzlich werden grundlegende Mechanismen, Techniken und Prinzipien der Mikrobiologie dargestellt.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die theoretischen Grundlagen. Im Praktikum werden molekulare Mechanismen experimentell erforscht und die Studierenden bekommen einen Einblick in die mikrobiologische Diagnostik von Krankheitserregern. Im Seminar werden aktuelle Forschungsergebnisse vertieft und diskutiert.</p>		

### Kompetenzen

VL: Nach Besuch der Vorlesung verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis allgemeiner und spezieller Erkrankungsmechanismen sowie der Faktoren der molekularen Krankheitsauslösung dieser Krankheitserreger (Molekulare Pathogenese). Sie kennen die spezifischen Interaktionsmechanismen des Immunsystems mit mikrobiellen Krankheitserregern (Wirts-Pathogen-Interaktion). Dafür werden nach der Veranstaltung spezifische Beispiele vor allem aus dem Bereich der bakteriellen Pathogenese bekannt sein. Ebenfalls haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis für aktuelle Gefährdungen durch humanpathogene Mikroorganismen herausgebildet. Sie besitzen dabei auch ein Verständnis für aktuelle Probleme der menschlichen Erkrankungen sowie ihrer Vorbeugung (z.B. durch Impfstoffe) und ihrer Behandlung (z.B. durch Antibiotika) und die Probleme der Antibiotikaresistenz. Sie haben gleichzeitig Grundkompetenzen herausgebildet, wie man aktuelle Probleme durch mikrobielle Krankheitserreger bekämpft, wie man z.B. neue Therapieformen entwirft und Impfstoffe entwickelt.

P: Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Krankheitserreger mit Hilfe von klassischen mikrobiologischen Methoden und molekularen diagnostischen Labormethoden zu erkennen und ein Vorgehen zur genauen Identifizierung der Infektionserreger zu durchdenken.

Außerdem erwerben die Studierenden anhand praktischer Beispiele aus dem Bereich der mikrobiellen Zellinteraktion (Adhärenz, Invasion, Immunmodulation, intrazelluläres Überleben von Bakterien) ein breites Verständnis für wissenschaftliche Fragestellungen und methodische Lösungen im Bereich Infektionsforschung.

### Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die medizinische Mikrobiologie</li> <li>- Wichtige Infektionskrankheiten und ihre Erreger</li> <li>- Paradigmen der Infektionsbiologie und Molekularen Pathogenese</li> <li>- Anwendungsbezogene Aspekte, z.B. Therapieformen, Vorbeugung/Prophylaxe, Impfstoffentwicklung, Überwindung von Antibiotikaresistenz, neue Behandlungsansätze von Infektionserkrankungen und deren molekulare Grundlagen</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Ausgewählte Kapitel aus „Mims' Medical Microbiology“ (Elsevier); „Brock Mikrobiologie“ (Pearson); „Taschenlehrbuch Medizinische Mikrobiologie“ (Kayser; Thieme); „Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie“ (Suerbaum, Hahn, Burchard, Kaufmann, Schulz; Springer)</p>
<b>Seminar</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Abgestimmt auf den Vorlesungsstoff werden aktuelle internationale Übersichtsartikel aus dem Themenbereich herangezogen (Präsentationssprache Deutsch oder Englisch, Artikel in englischer Sprache)</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Die zur Verfügung gestellten aktuellen Übersichtsartikel, und die oben angegebene Literatur zur Vertiefung der Grundlagenkenntnisse; falls zusätzliche Hintergrundliteratur notwendig ist, wird sie von den jeweiligen Dozenten zur Verfügung gestellt.</p>

**Praktikum:**

**Inhalte:**

- Grundlagen bakteriologischer Diagnostik (Kultur, Differenzierung, Resistenztestung)
- Serologische Diagnostik von Infektionskrankheiten
- Molekulare Diagnostik von Infektionskrankheiten
- Nachweis und Charakterisierung von Virulenzfaktoren
- Methoden genomweiter Analysen (Genom-, Transkriptomanalyse)
- Molekulare und Zelluläre Mikrobiologie (Grundlagen der Zellkultur, Koinfektionsversuche, Gentamicin-Assay zur Quantifizierung von Invasion, zelluläre Veränderungen durch Infektion wie z.B. Aktivierung und Apoptose),
- Färbemethoden und Fluoreszenzmikroskopie

**Literatur:**

Praktikumsskript und die oben angegebene grundlegende und weiterführende Literatur

<b>Spezielle Immunologie</b> (Advanced Immunology)		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 8</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhold Förster	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Dr. Swantje Hammerschmidt	
<b>Dozent/innen</b>	Bošnjak, B., Chichelnitskyi, E., Falk, C., Förster, R., Georgiev, H., Halle, O., Halle, S., Hammerschmidt, S., Kühne, J., Noyan, F., Ravens, S.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Spezielle Immunologie“ / 14 Lehrstunden / 1 SWS S „Spezielle Immunologie“ / 14 Lehrstunden / 1 SWS P „Spezielle Immunologie“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	70 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 80 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Kleingruppenprojekt	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	4 / 10	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggf. Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Teilnahme am Modul „Immunologie“ im Wintersemester	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master. Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Seminarvortrag	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>Aufbauend auf das im Modul „Immunologie“ erlangte Verständnis über die allgemeinen immunologischen Abläufe in Säugern vermittelt das Modul „Spezielle Immunologie“ Hintergrundwissen zu speziellen Forschungsvorhaben der beteiligten Dozierenden. Damit werden die Studierenden mit dem aktuellen Wissens- und Forschungsstand in ausgewählten Gebieten der Immunologie vertraut gemacht.</p>		
<b>Kompetenzen</b>		
<p>VL+S: Anhand aktueller Publikationen zu den jeweiligen Themenbereichen besitzen die Studierenden nach Besuch der Vorlesung und des Seminars ein Verständnis dafür, wie die jeweils sehr speziellen immunologischen Fragestellungen experimentell mit Hilfe klassischer und modernster Techniken angegangen werden. Darüber hinaus sind die Studierenden durch die Beschäftigung mit themenspezifischen Publikationen im Seminar auch in der Lage, experimentelle Ergebnisse korrekt darzustellen und im Rahmen des aktuellen Stands der Forschung kritisch zu diskutieren.</p> <p>P: Nach Einbindung in aktuelle experimentelle Forschung auf der Basis einer Einzelbetreuung besitzen die Studierenden nach Teilnahme am Praktikum einen detaillierten thematischen Einblick in Theorie und Praxis und verfügen damit über Kompetenzen, die sie für eine zukünftige eigenständige Planung und Durchführung von Experimenten z.B. im Rahmen einer Masterarbeit im Fach Immunologie benötigen.</p>		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhalte:</li> <li>- Funktion von Chemokinrezeptoren</li> <li>- Toleranz</li> <li>- Entwicklung und Funktion der Zellen des angeborenen Immunsystems mit Schwerpunkt auf NK- und gamma/deltaT-Zellen</li> <li>- Entscheidungsprozesse in der Entwicklung von Lymphozyten</li> <li>- Adaptive Immunität gegen exogene und endogene Antigene, Dynamik der Immunprozesse</li> <li>- Aktuelle Erkenntnisse zur immunologischen Grundlage diverser Erkrankungen</li> <li>- CAR-T-Zellen und weitere Ansätze für Immuntherapien</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Lehrbuch „Immunobiology“ von C.A. Janeway; ausgewählte Übersichtsartikel, aktuelle Publikationen in Fachzeitschriften</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b> Die Studierenden werden während des Praktikums in die aktuelle Forschungsarbeit in den Labors der Dozierenden integriert und führen zusammen mit anderen Mitarbeitenden der Arbeitsgruppe Experimente durch. Die Ergebnisse werden direkt anschließend analysiert, auf Stichhaltigkeit sowie Aussagekraft überprüft und das weitere experimentelle Vorgehen diskutiert.</p>
<p><b>Literatur:</b> Lehrbuch „Immunobiology“ von C.A. Janeway; ausgewählte Übersichtsartikel, themenspezifische Fachliteratur.</p>

<b>Molekulare Pathologie</b> <i>(Molecular Pathology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 9</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Lehmann-Mühlenhoff, Dr. Stephan Bartels	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Ulrich Lehmann-Mühlenhoff, Dr. Stephan Bartels	
<b>Dozent/innen</b>	Lehmann-Mühlenhoff, U., Bartels, S. und Kolleg/innen	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Molekulare Pathologie“ / 26 Lehrstunden / 2 SWS P „Molekulare Pathologie“ / 30 Lehrstunden / 2 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	58 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 92 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Praktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	max. 6	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Verständnis wissenschaftlicher Texte in Englisch, Grundlagen Zellbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Praktikumsprotokolle	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>In der Vorlesung werden Prinzipien der molekularen Pathogenese von Krebserkrankungen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die diagnostische und therapeutische Praxis vermittelt. Die Relevanz des Themas liegt in der Häufigkeit von Krebserkrankungen und der zunehmenden Bedeutung der Molekularpathologie in der modernen Diagnostik und Therapie von Krebserkrankungen.</p>		
<b>Kompetenzen</b>		
<p>VL: Durch die Teilnahme am Seminar besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis für die Prinzipien der Entstehung von soliden und nicht soliden Tumoren (Leukämien, Lymphome) sowie zahlreicher in der Tumorforschung und Routinediagnostik eingesetzter Analyseverfahren. Sie verfügen damit über Kompetenzen, die im Rahmen einer späteren beruflichen Tätigkeit in den Bereichen Krebsforschung, Tumordiagnostik sowie Arzneimittelentwicklung für die Krebstherapie eingesetzt werden können.</p> <p>Außerdem wird ein einführender Einblick in neurodegenerative Erkrankungen gegeben, welche ebenfalls in einer alternden Gesellschaft in vielerlei Hinsicht an Bedeutung gewinnen.</p> <p>P: Die Studierenden kennen eine Reihe von Methoden, mit denen in Forschung und Diagnostik Gewebeproben von Krebspatienten untersucht werden.</p> <p>Durch die Teilnahme am Praktikum haben die Studierenden ein Verständnis für die Herausforderungen und Schwierigkeiten der molekularen Diagnostik sowie die Leistungsfähigkeit und Grenzen der eingesetzten Methoden. Im Zentrum stehen die detaillierte Beschäftigung mit den Prinzipien der eingesetzten Methoden und die kritische Diskussion der erzielten Ergebnisse.</p>		

## Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Histologie, Morphologie und Pathologie</li> <li>- Was ist Krankheit? Was ist Krebs? Was heißt „Kausalität“ in der Medizin?</li> <li>- Histopathologie, Klassifizierung, Epidemiologie sowie Ursachen von Tumoren</li> <li>- Grundlagen der Molekularbiologie von Tumoren und der molekularen Pathologie</li> <li>- Krebsentstehung und -progression durch genetische und epigenetische Alterationen</li> <li>- Theorien und Modelle über Entstehung und Progression von Tumoren</li> <li>- erbliche und sporadische Krebserkrankungen</li> <li>- Infektion und Entzündung in der Tumorbilogie</li> <li>- zytogenetische und molekulargenetische Nachweisverfahren bei soliden Tumoren (Brustkrebs, Dickdarmkrebs) sowie bei Leukämien und Lymphomen</li> <li>- Grundlagen der Tumorthherapie, Was ist „Personalisierte Medizin“ ?</li> <li>- Überblick über verschiedene Methoden der molekularpathologischen Analyse von Tumorerkrankungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Histologie</li> <li>o Zytogenetik</li> <li>o RT-/ real time-PCR</li> <li>o Alternative Verfahren zur Expressionsanalyse (Nanostring, Luminex u.a.)</li> <li>o in situ-Verfahren (Immunhistochemie, in situ-Hybridisierung)</li> <li>o Sequenzierung (Sanger-Sequ., Pyrosequenzierung, Next Generation Sequencing)</li> <li>o Array-basierte Verfahren (mRNA-Arrays, aCGH u.a.)</li> <li>o Proteomics</li> </ul> </li> <li>- Bioinformatik</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausgewählte Kapitel aus Weinberg RA, The Biology of Cancer, 2nd Edition, Garland Science 2012;</li> <li>2. Wagener/Müller, Molekulare Onkologie, Thieme 3. Auflage 2010</li> </ol>
<b>Praktikum:</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Es werden aus histologischen Präparaten von Krebspatienten mittels manueller oder Laser-assistierter Mikrodisektion Zellen gewonnen und hinsichtlich verschiedener möglicher Veränderungen in den Krebszellen untersucht: Mikrosatelliten-Instabilität, Punktmutationen, aberrante Promotor-Methylierung. Methodenspektrum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Anfertigung histologischer Präparate</li> <li>o Mikrodisektion (manuell oder Laser-assistiert)</li> <li>o Extraktion von DNA</li> <li>o PCR</li> <li>o Mutationsanalyse mittels Pyrosequenzierung und Sanger-Sequenzierung</li> <li>o DNA-Methylierungsanalyse</li> <li>o Mikrosatelliten-Analyse</li> <li>o Grundlagen der bioinformatischen Analyse</li> <li>o Durchflusszytometrie in Forschung und Diagnostik</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausgewählte Kapitel aus Weinberg RA, The Biology of Cancer, 2nd Edition, Garland Science 2012;</li> <li>2. Wagener/Müller, Molekulare Onkologie, Thieme 3. Auflage 2010</li> </ol>

<b>Strukturbiologie</b> <i>(Structural biology)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 10</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. D. Manstein	
<b>Ansprechpartner/in</b>	PD Dr. S. Eschenburg	
<b>Dozent/innen</b>	Eschenburg, S., Reubold, T., Fedorov, R.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Strukturbiologie“ / 28 Lehrstunden / 2 SWS P „Strukturbiologie“ / 42 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	6 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium</b>	71 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 109 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	1 / 16	
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Übungen, Praktikum	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 min)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Vermittlung grundlegender Zusammenhänge und deren Anwendung zu den Themengebieten der Strukturbiologie		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden erwerben grundlegendes Verständnis von Struktur-Funktionsbeziehungen in biologischen Makromolekülen und sind dadurch in der Lage, Literaturdaten zu verstehen, zu interpretieren und zu präsentieren.		
Die Studierenden erwerben grundlegendes Verständnis von Struktur-Funktionsbeziehungen in biologischen Makromolekülen und wenden die in der Vorlesung vermittelten Konzepte an.		

#### Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Vorlesung</b>
<b>Inhalte:</b> Strukturbiologie - Bestimmung der Struktur von Makromolekülen und ihren Komplexen
<b>Literatur:</b> C. R. Cantor, P. R. Schimmel, Biophysical Chemistry II; Freeman, San Fransisco, 1980 K. E. Van Holde, W. C. Johnson, P. S. Ho, Principles of Physical Biochemistry, Prentice-Hall, 1998 Gale Rhodes Crystallography made crystal clear, AP 2000 Weitere Literatur wird im Kurs angegeben

**Praktikum**

**Inhalte:**

Streutechniken: Röntgen- und Neutronenkleinwinkelstreuung, Einkristallstrukturanalyse  
(B) IR-, Ramanspektroskopie, NMR-Spektroskopie, Theoretische Betrachtung dynamischer Prozesse

**Literatur:**

Siehe Vorlesung

<b>Tumorbiologie</b> ( <i>Tumor Biology</i> )		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 11</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michaela Scherr, PD Dr. Melanie Ricke-Hoch	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. Michaela Scherr, PD Dr. Melanie Ricke-Hoch	
<b>Dozent/innen</b>	Berliner D., Eder, M., Falk, C., Kirchhoff H., Kühnel, F., Park-Simon, T., Ricke-Hoch, M., Saborowski, A., Schaper-Gerhardt, K., Scherr, M., Stock, C., Wirth, T.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V „Tumorbiologie“ / 24 Lehrstunden / 2 SWS P „Tumorbiologie“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP / 150 Std.	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	66 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 84 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	2 / 8	
<b>Sprache</b>	Deutsch, ggfs. Englisch (Primärliteratur)	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Zellbiologie und Molekularbiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>Das Modul vermittelt Grundwissen und solide Kenntnisse über die molekularen und zellbiologischen Mechanismen der Entstehung und Progression von Tumoren sowie allgemeine Grundlagen der molekularen Zellbiologie. Den Studierenden wird dargelegt, dass der Tumor <i>in vivo</i> kein isoliertes System ist, sondern auch eine systemische Erkrankung, die auch andere Organe betrifft. Zudem wird erklärt, dass das klassische Ziel der Tumorthherapie auch Überlebenssignale in normalen Zellen treffen kann und dies gerade im Herzen zu massiven Nebenwirkungen führt. Weiterhin werden pharmakologische Konzepte der Tumorthherapie (z.B. Zytostatika, „small molecule inhibitors“ zur zielgerichteten Therapie, Immuntherapie mit Antikörpern und T-Zellen) erläutert. Das Praktikum verschafft spezifische Kenntnisse und praktische Erfahrungen im Bereich der Molekularbiologie und Zellbiologie.</p>		
<b>Kompetenzen</b>		
<p>V: Die Studierenden kennen nach Besuch der Vorlesung Konzepte der malignen Transformation und die Wirkung und Interaktion von Onkogenen und Tumorsuppressorgenen und deren Zuordnung zu Signaltransduktionswegen und zellulären Regulationssystemen sowie auch metabolische Regulationen. Sie erhalten eine Einführung in die Herzphysiologie und intra- und interzelluläre Kommunikationssysteme. Ebenfalls bekommen sie Einblicke in translationale Forschungskonzepte. Die Studierenden erhalten auch Einführungen in grundlegende molekulare Techniken insbesondere für die genetische Modifikation von Zellen (Gentransfer, RNA-Interferenz, CRISPR/CAS9).</p>		
<p>P: Die Studierenden können nach Besuch des Praktikums Zellen transformieren und RNA und Proteine aus Tumorzellen isolieren und Assays zur malignen Transformation durchführen. Weiterhin verfügen Sie über Kenntnisse in der genetischen Modifikation von Zellen (Herstellung viraler Vektoren und Transduktion von Zellen) sowie zur funktionellen Genanalyse (RNA-Interferenz, CRISPR/CAS9, Überexpression von Onkogenen). Sie haben Einblicke in physiologische Messungen am Herzen <i>in vivo</i> und in die Herzmorphologie über Histologie und Immunhistochemie und kennen mikroskopische Auswertungssysteme.</p>		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung charakteristischer Eigenschaften von Tumoren / Tumorzellen</li> <li>- Onkogene und Tumorsuppressorgene</li> <li>- Signaltransduktion und Wachstumsfaktoren</li> <li>- Mehrschrittkarzinogenese</li> <li>- Zellteilung, Zellzyklusregulation und Checkpoints</li> <li>- Apoptose und Nekrose und Seneszenz</li> <li>- Maligne Transformation von Zellen</li> <li>- DNA-Reparatur</li> <li>- Virale und nicht-virale Vektoren für Gentransfer</li> <li>- Funktionelle Genanalyse (regulatorische RNAs / CRISPR/CAS9) und „small molecules“ Inhibitoren</li> <li>- Humorale und zelluläre Immuntherapie</li> <li>- Effekte der Tumorerkrankung und der anti-Tumor Therapie (Zytostatika, „small molecules inhibitors“) auf das kardiovaskuläre System und insbesondere auf das Myokard</li> <li>- Rolle potentieller Onkogene/Signalwege im Kardiomyozyten</li> <li>- Kardiale Kachexie, UPS und Autophagie</li> <li>- Analysen zur Toxizität in Tumorzellen und Kardiomyozyten</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie, Alberts et al., Wiley VCH</li> <li>2. Robert Weinberg, Biology of Cancer, Garland Science 2006</li> <li>3. Douglas Hanahan, and Robert A. Weinberg; Hallmarks of Cancer: The Next Generation. Cell, 2011, 144; 646-674.</li> <li>4. Focus Issue on Cardio-Oncology, European Heart Journal 2019 (40) Nr 22, 1743-46;1756-63, 1764-1770, 1771-77</li> <li>5. Thackeray et al. Insulin supplementation attenuates cancer-induced cardiomyopathy and slows tumor disease progression. JCI Insight. 2017 May 18;2(10). pii: 93098. doi: 10.1172/jci.insight.93098. eCollection 2017 May 18.</li> </ol>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Genetische Modifikation von Zellen</li> <li>- Analyse der genetisch modifizierten Zellen</li> <li>- Assays zur Apoptose, Proliferation und Zellzyklusverteilung</li> <li>- Assays für maligne Transformation</li> <li>- Extraktion von RNA</li> <li>- qRT-PCR</li> <li>- Extraktion von Protein</li> <li>- Westernblotanalyse</li> <li>- Analyse der kardialen Funktion</li> <li>- Histologie und Immunhistologie, Mikroskopie</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Versuchsprotokolle, Internet</p>

<b>Glycobiology in Health and Disease</b> <i>(Glycobiology in Health and Disease)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 12</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. Dr. F.-H. Routier	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prof. Dr. F.-H. Routier	
<b>Dozent/innen</b>	Routier, F.-H., Münster-Kühnel, A., Mühlenhoff, M., Bakker, H., Büttner, F., Hildebrandt, H., Fiebig, T., Abeln, M., Thiesler, H.	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	V + S „Glycobiology“ / 24 Lehrstunden / 2 SWS P „Glycobiology“ / 40 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	64 Lehrstunden / 86 Lehrstunden	
<b>Art des Praktikums</b>	Kleingruppenprojekt	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	minimal 2 / maximal 6	
<b>Sprache</b>	Englisch / Deutsch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Seminarvortrag, Laborpraktikum	
<b>Prüfungsleistungen</b>	Mündliche Prüfung (30 min)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b> Vermittlung grundlegender Kenntnisse zur Bedeutung von Glykokonjugaten in der Biomedizin		
<b>Kompetenzen</b> Die Studentinnen und Studenten verfügen über fundamentale Konzepte in der Glykobiologie mit Schwerpunkt auf Funktion von Glykokonjugaten unter physiologischen und pathophysiologischen Bedingungen. Sie können aktuelle Fachliteratur verstehen, relevante Daten extrahieren und diese auf englisch in Form eines Posters präsentieren. Eine kritische Auswertung der Daten und Methoden versetzt die Studierenden in die Lage, Lösungen für andere Problemstellungen vorzuschlagen.		

#### **Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Vorlesung</b>
<b>Inhalte:</b> Glykan-Biosynthese Erblich bedingte Erkrankungen der Glykosylierung Glykane in der Neurobiologie Glyko-Immunologie Glyko-Onkologie Glykane in der Infektionsbiologie Glykane in der Impfstoffentwicklung

**Literatur:**

Essentials of Glycobiology, 4th edition (online at [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov))

Aktuelle Fachliteratur

**Praktikum:** Blockpraktikum nach Absprache

**Inhalte:**

Glykoanalytik, z. B.:

- Fluoreszenz-Markierung von Zuckern
- High performance liquid chromatography (HPLC)
- Capillary gel electrophoresis with laser-induced fluorescence detection (CGE-LIF)
- Massenspektroskopische Verfahren
- Lektinanalysen

Funktionelle Charakterisierung, z.B.:

- Enzymatische Assays für Glykoenzyme (Glykosyltransferasen/Glykosidasen)
- Enzymbasierte Polysaccharid-Synthese
- Produktion, Reinigung und Charakterisierung rekombinanter Glykoproteine oder Glyko-Enzyme in *E. coli*, Insekten- oder Säugetierzellen

**Literatur:**

Siehe Vorlesung

<b>Molekulare Regulationen im Skelettmuskel und Herz</b> <i>(Molecular Regulations in Skeletal Muscle and in Heart)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 13</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	Jährlich	
<b>Dauer</b>	1 Semester	
<b>Verantwortliche/r</b>	PD Dr. Renate Scheibe	
<b>Ansprechpartner/in</b>	PD Dr. Renate Scheibe	
<b>Dozent/innen</b>	Bär, C., Fielitz, J., Scheibe, R., Shcherbata H., Tegtbur, U., Fraccarollo, D. und Mitarbeitende der Institute	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	S „Molekulare Regulationen im Skelettmuskel und Herz – Alterung, ‚Damage-Repair‘, Adaptationen“ / 20 Lehrstunden / 2 SWS P „Molekulare Regulationen im Skelettmuskel und Herz – Alterung, ‚Damage-Repair‘, Adaptationen“ / 56 Lehrstunden / 3 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	5 LP	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	77 Lehrstunden Präsenzstudium (inkl. Prüfungsleistung) 73 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Kleingruppenprojekt	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	2 / 2 (ggf. mehr)	
<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Zellbiologie, Verantwortung in der Biomedizin, Physiologie	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin, Master Biochemie	
<b>Studienleistungen</b>	Regelmäßige Teilnahme, Versuchsprotokolle	
<b>Prüfungsleistungen</b>	mündliche Prüfung (30 Min.)	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Das Modul vermittelt Kenntnisse zu ausgewählten Kapiteln molekularer Regulationen der Zellen des Skelettmuskels und des Herzens. Die Studierenden erhalten Kenntnisse über Anwendungen molekularer Arbeitstechniken zur Erforschung von Fragestellungen des Skelettmuskels und Herzens insbesondere der Zell- und Gewebekultur sowie die Analysen zur systemischen und lokalen Wirkung von Skelettmuskelaktivität.		
<b>Kompetenzen</b>		
S: Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für biochemische und molekulare Zusammenhänge und können pathologische Abweichungen mit daraus resultierenden Erkrankungen verknüpfen. Sie können die aktuelle Originalliteratur zur molekularen Regulation im Skelettmuskel und im Herz erfassen und kritisch bewerten.		
P: Die Studierenden können ihre Kenntnisse zur Nutzung molekularbiologischer Arbeitstechniken im Skelett- und Herzmuskel, in der Zell- und Gewebekultur und zur Planung von Experimenten zu Signalwegen anwenden sowie Versuchsdaten erfassen, auswerten und in Form eines Praktikumsprotokolls präsentieren.		

## Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

<b>Seminar</b>
<p><b>Inhalte:</b> <b>Adaptationen - Regeneration, Stammzellen, non-coding RNAs, Alterung, Telomere, Ischämie, Remodelling</b></p> <p>Im Skelettmuskel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Regulationen durch Skelettmuskelaktivität oder Inaktivität: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Translationale Biochemie: Analysen 'Exercise'-induzierter Stoffwechselmetabolite und möglicher Änderungen der Genregulation / Signalwege am Beispiel einer laufenden humanen Studie,</li> <li>- Bedeutung von PGC1<math>\alpha</math> als Master-(Gen-)Regulator des oxidativen Stoffwechsels und von NFATc1</li> </ul> </li> <li>▪ Was sind eigentlich Myokine? Wofür sind 'non-coding' RNAs in der Zelle wichtig?</li> <li>▪ Wovon hängt die Ausbildung der Muskelfasertypen ab?</li> <li>▪ embryonale Stammzellen (Satellitenzellen) im Muskel: Adulte Muskel-Regeneration ('Damage-Reparatur') und Alterungsprozesse des Skelettmuskels, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifizierung von aktiven Satellitenzellen und seneszenten Zellen im Gewebe.</li> </ul> </li> <li>▪ Drosophila als Forschungsmodell – wieso können Fliegen manchmal mehr aussagen als andere Tiermodelle? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Embryonale Stammzellen in Flugmuskeln in der konfokalen Mikroskopie.</li> </ul> </li> </ul> <p>Im Herzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wie verändert sich das Herz nach einem ischämischen Schaden? - Beispiel Herzinfarkt</li> <li>▪ Welche Anpassungsmechanismen/'Remodelling' finden statt? - Adaptives und maladaptives myokardiales Remodelling <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herstellung primärer Zellkulturen aus adulten kardialen Fibroblasten/Myofibroblasten,</li> <li>- Ischämische Schädigung von Kardiomyozyten,</li> </ul> </li> <li>▪ Was findet bei der zellulären Alterung/Seneszenz im Herzen statt? Wie reagiert das Herz darauf? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Rolle spielen Telomere und Telomerasen?</li> <li>- Stammzellen im Herzen (hiPSC – human induced pluripotent stem cells), Differenzierung zu Herzmuskelzellen</li> <li>- Bestimmung der morphologischen und funktionellen Unterschiede - im Vergleich zu Primärzellen (HUVEC)</li> </ul> </li> <li>▪ Nicht-kodierende RNAs (long non-coding RNA, lncRNA) in der kardialen Hypertrophie – was weiß man bisher? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Therapeutischer Einsatz von 'non-coding' RNAs in Gegenwart und Zukunft.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Bruce Alberts et al.: Essential Cell Biology; aktuelle Literatur</p>
<b>Praktikum</b>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kultivierung von Muskelzelllinien, Satellitenzellen</li> <li>▪ Transiente und stabile Transfektionen von Skelett- und Herzmuskelzellen</li> <li>▪ Promoter-Reporter Assays</li> <li>▪ RNA-Isolierung, Bestimmung der 'Exercise'-induzierten Änderung von Laktat-Glucose im Blut</li> <li>▪ Immunhistochemie zur Identifizierung seneszenten Skelettmuskelzellen und aktiver Satellitenzellen des Skelettmuskels</li> <li>▪ Präparation von Gefrier- und Paraffinschnitten</li> <li>▪ Histologische und immunhistochemische Analysen zur Charakterisierung von Monozyten/Makrophagen Fibroblasten/Myofibroblasten im Herzen, strukturelle Organisation der Kollagenfasern, Angiogenese im Herzen</li> <li>▪ Telomerase-Enzymaktivitäten (TRAP), relative Telomerlängenbestimmung, Tel-qPCR</li> <li>▪ lncRNA Chast (Cardiac hypertrophy associated transcript)</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b> Originalliteratur</p>

<b>Internes Laborpraktikum</b> <i>(Internal Laboratory Internship)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 15</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- oder Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	nach Absprache	
<b>Dauer</b>	6 Wochen	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsberechtigte/r des Studiengangs Biomedizin	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Prüfungsberechtigte/r des Studiengangs Biomedizin / Studiengangskoordination	
<b>Dozent/innen</b>	Prüfungsberechtigte/r des Studiengangs Biomedizin	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	P / S „Laborpraktikum“ / 210 Lehrstunden / 15 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	10 LP / 300 Std. (dieses Modul darf mit unterschiedlicher Thematik zweimal belegt werden)	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	210 Lehrstunden Präsenzstudium 90 Lehrstunden Eigenstudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Kleingruppenprojekt (6 Wochen)	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	1	
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnis der Inhalte der Module des 1. Studienjahres im Masterstudiengang Biomedizin	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin	
<b>Studienleistungen</b>	Tägliche Anwesenheit, Versuchsdurchführung, Praktikumsprotokoll, ggf. Ergebnispräsentation	
<b>Prüfungsleistungen</b>	-	
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
Vermittlung grundlegender Zusammenhänge und deren Anwendung zu dem jeweils gewählten Themengebiet.		
Die Studierenden absolvieren eigeninitiativ ein Praktikum in einem Institut der Medizinischen Hochschule Hannover. Innerhalb des 6-wöchigen Laborpraktikums wird in der Regel ein individuell betreutes kleines Forschungsprojekt durchgeführt.		
<b>Kompetenzen</b>		
Die Studierenden wenden ihre theoretischen und praktischen Kompetenzen auf dem Gebiet der Biomedizin/Biowissenschaften in Form einer Fragestellung an. Die Teilnehmer/innen vertiefen ihre methodischen Grundlagen sowie ihre Selbstorganisation, aber auch ihre Fähigkeit im Team zu arbeiten. Sie erweitern ihre Kenntnisse der selbstständigen wissenschaftlichen und experimentellen Arbeit und können unterschiedliche Methoden zur Lösung einer Fragestellung vergleichen und die geeignete auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, die erhaltenen Ergebnisse zu beurteilen und diese fachgerecht darzustellen.		

#### **Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Praktikum</b>
<b>Inhalte:</b> Spezielle und vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten innerhalb des zu bearbeitenden Laborprojektes.
<b>Literatur:</b> Wird von der/dem jeweiligen Betreuer/in bekannt gegeben.

<b>Externes Laborpraktikum</b> <i>(External Laboratory Internship)</i>		<b>M. Sc. Biomedizin BM WP 16</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- oder Sommersemester	
<b>Angebotsturnus</b>	nach Absprache	
<b>Dauer</b>	6 Wochen	
<b>Verantwortliche/r</b>	Interne Betreuung durch eine/n Prüfungsberechtigte/n des Studiengangs Biomedizin	
<b>Ansprechpartner/in</b>	Interne Betreuung durch eine/n Prüfungsberechtigte/n des Studiengangs Biomedizin / Studiengangskoordination	
<b>Dozent/innen</b>	Interne Betreuung durch eine/n Prüfungsberechtigte/n des Studiengangs Biomedizin	
<b>Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden / Semesterwochenstunden</b>	P / S „Laborpraktikum“ / 210 Lehrstunden / 15 SWS	
<b>Leistungspunkte</b>	10 LP / 300 Std. (dieses Modul darf mit unterschiedlicher Thematik zweimal belegt werden)	
<b>Präsenzstudium / Selbststudium (in Lehrstunden)</b>	210 Lehrstunden Präsenzstudium 90 Lehrstunden Selbststudium	
<b>Art des Praktikums</b>	Kleingruppenprojekt (6 Wochen)	
<b>Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen</b>	1	
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnis der Inhalte der Module des 1. Studienjahres im Masterstudiengang Biomedizin	
<b>Verwendbarkeit</b>	Master Biomedizin	
<b>Studienleistungen</b>	Tägliche Anwesenheit, Versuchsdurchführung, Praktikumsprotokoll, ggf. Ergebnispräsentation	
<b>Prüfungsleistungen</b>		
<b>Qualifikationsziel(e) / Modulzweck</b>		
<p>Vermittlung grundlegender Zusammenhänge und deren Anwendung zu dem jeweils gewählten Themengebiet. Die Studierenden absolvieren eigeninitiativ ein Praktikum in einem biowissenschaftlichen Unternehmen oder einer Forschungseinrichtung im In- oder Ausland. Innerhalb des 6-wöchigen Laborpraktikums wird in der Regel ein individuell betreutes kleines Forschungsprojekt durchgeführt.</p>		
<b>Kompetenzen</b>		
<p>Die Studierenden wenden ihre theoretischen und praktischen Kompetenzen auf dem Gebiet der Biomedizin/Biowissenschaften in Form einer Fragestellung an. Die Teilnehmer/innen vertiefen ihre methodischen Grundlagen sowie ihre Selbstorganisation, aber auch ihre Fähigkeit im Team zu arbeiten. Sie erweitern ihre Kenntnisse der selbstständigen wissenschaftlichen und experimentellen Arbeit und können unterschiedliche Methoden zur Lösung einer Fragestellung vergleichen und die geeignete auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, die erhaltenen Ergebnisse zu beurteilen und diese fachgerecht darzustellen.</p>		

**Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:**

<b>Praktikum</b>
<b>Inhalte:</b> Spezielle und vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten innerhalb des zu bearbeitenden Laborprojektes.
<b>Literatur:</b> Wird von der/dem jeweiligen Betreuer/in bekannt gegeben.