



# Bachelor of Science Human- und Molekularbiologie Modulhandbuch

Verantwortliche Einrichtung  
Zentrum für Human- und Molekularbiologie

Fassung vom  
23.01.2024

Auf Grundlage der Studienordnung vom  
22.02.2024

## Inhaltsverzeichnis

Biochemie (BC).....	4
Bioinformatik & Statistik (BI).....	5
Biophysik & Strukturbiologie (BP).....	6
Entwicklungsbiologie (EB).....	8
Genetik (GE).....	9
Histologie & Anatomie (HI).....	11
Humanphysiologie (HP).....	12
Mikrobiologie (MI).....	13
Molekulare Pflanzenbiologie (PB).....	15
Physikalische Chemie (PC).....	17
Zellbiologie (ZB).....	18
Labormethodik (LM).....	20
Chemie - Anorganik (AC).....	22
Chemie - Organik (OC).....	24
Mathematik (MA).....	26
Physik (PH).....	27
Reading Course Infektionsbiologie (RC1).....	30
Reading Course Molekularbiologie (RC2).....	31
Reading Course Systemphysiologie (RC3).....	32
Biochemistry & Metabolism (BFP1).....	34
Cell Free Biology (BFP2).....	35
Compartmentalization & Self Organization (BFP3).....	36
Immunology & Tumor Biology (BFP4).....	37
Molecular Cell Biology (BFP5).....	38
Molecular Structures of Life (BFP6).....	39
Neurophysiology (BFP7).....	41
Omics & Big Data (BFP8).....	42
ZHMB-Kolloquium.....	45
F-Praktikum (FP).....	46
Bachelorarbeit (BACH).....	47
Bioethik (WF-ET).....	49
Philosophische Grundlagen der Ethik (WF-PGET).....	50
Impfstoffe – gestern, heute, morgen (WF-IM).....	51
Immunphysiologie (WF-IMP).....	52
Pharmakologie im Alltag (WF-PHA).....	53
Build A Microscope (WF-BYOM).....	54

## Grundkurse – biologisch

## Biochemie (BC)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Bruce Morgan		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Bruce Morgan Dr. Frank Hannemann	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Englisch, Deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Biochemie b) LS Biochemie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die wichtigen Bauelemente biologischer Systeme kennen</li> <li>▪ die Prinzipien der enzymatischen Katalyse und deren Regulation verstehen</li> <li>▪ Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion von Molekülen verstehen</li> <li>▪ Stoffwechselwege des Katabolismus und Anabolismus beherrschen und deren Funktionsweise verstehen</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erlernen grundlegender Techniken zur Proteincharakterisierung und Proteinanalytik sowie zur Untersuchung von Enzymeigenschaften</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synthese und Umwandlung funktioneller Gruppen beherrschen</li> <li>▪ Molekulare Bausteine (Aminosäuren, Proteine, Lipide, Kohlenhydrate, ...)</li> <li>▪ Biochemische Katalyse und Regulation</li> <li>▪ Stoffwechsel: Energieumwandlung, Synthese molekularer Bausteine</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proteine: Elektrophorese, UV/vis-Spektroskopie, Chromatographie, Enzymaktivität</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stryer, L., „Biochemie“ Spektrum Akad. Verlag</li> <li>▪ Voet, D. &amp; Voet, J.G., „Biochemie“, VCH, Weinheim</li> <li>▪ Lehninger/Nelson/Cox, „Prinzipien der Biochemie“, Spektrum Akad. Verlag</li> </ul>			

## Bioinformatik & Statistik (BI)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Fabian Müller		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Fabian Müller Mitarbeiter/innen des Fachs	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Bioinformatik & Statistik b) LS Bioinformatik & Statistik	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 45 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 15 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der Grundlagen der Biostatistik</li> <li>▪ Theoretische Grundlagen der deskriptiven und analytischen Statistik</li> <li>▪ Kompetenz in der Anwendung statistischer Methoden bei der Analyse biologischer Daten</li> <li>▪ Kompetenz in Grundkonzepten der Programmierung</li> <li>▪ Praktische Anwendung statistischer Methoden mit Hilfe selbstgeschriebener Programme</li> <li>▪ Praktischer Umgang mit der Erfassung und graphischer Darstellung biologischer Daten</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Allgemeine Einführung in die angewandte Statistik für Biowissenschaftler</li> <li>▪ Grundlagen der deskriptiven und analytischen Statistik</li> <li>▪ Grundlagen der Programmierung mit Anwendungen aus der Biostatistik</li> </ul> <p><u>Übung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erfassung, Bearbeitung und Darstellung biologischer Daten</li> <li>▪ Auswahl und Anwendung einfacher statistischer Verfahren</li> <li>▪ Darstellung und statistische Analyse biologischer Daten</li> <li>▪ Einführung in die Programmierung</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Köhler W, Schachtel G, Voleske P (2002): Biostatistik - Eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Springer</li> <li>▪ Rudolf M, Kuhlisch W (2008) Biostatistik Eine Einführung für Biowissenschaftler Pearson Studium</li> <li>▪ Forthofer R N, Lee E S, Hernandez M (2006): Biostatistics – A Guide to Design, Analysis, and Discovery</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Übungen, die abgegeben und bestanden werden müssen</li> </ul>			

## Biophysik & Strukturbiologie (BP)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Roy Lancaster		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Roy Lancaster Mitarbeiter/innen des Fachs	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Modulnote</b>
a) V Biophysik & Strukturbiologie	4 SWS    5 CP	60 h	90 h	100 % Klausur
b) LS Biophysik & Strukturbiologie	2 SWS    2 CP	45 h	15 h	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der Grundlagen der Biophysik und Strukturbiologie</li> <li>▪ Verständnis biophysikalischer und strukturbiologischer Messmethoden</li> <li>▪ Selbständige Auswertung der Ergebnisse der Praktikumsversuche</li> <li>▪ Erstellung eines Protokolls in Form einer Kurzpublikation (Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion)</li> <li>▪ Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundzüge der Bioenergetik</li> <li>▪ Molekulare Ww-Kräfte, Wasser und pH-Wert</li> <li>▪ Strukturen und Eigenschaften von Proteinen und Nukleinsäuren</li> <li>▪ Kooperativität und Allosterie</li> <li>▪ Spektroskopie (Grundlagen der Absorption; Aufbau eines UV-VIS Spektralphotometers)</li> <li>▪ Weitere spektroskopische Methoden (ORD, CD, IR)</li> <li>▪ Membranbiophysik</li> <li>▪ Biophysik des Herzens</li> <li>▪ Einführung in die Strukturbiologie</li> <li>▪ Einführung in die Magnetische Resonanzspektroskopie (ESR, NMR)</li> <li>▪ Einführung in die Röntgenstrukturanalyse von Proteinen</li> <li>▪ Radioaktive Strahlung: Physikalische Grundlagen /Biologische Wirkungen/Umweltbelastungen</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kooperativität der Sauerstoffbindung an Hämoglobin</li> <li>▪ Kooperativität des Phasenübergangs von DNA</li> <li>▪ Proteinkristallisation</li> <li>▪ Atomarer Modellbau von Biomakromolekülen</li> <li>▪ Analyse von Proteinstrukturen</li> <li>▪ Biophysik des Herzens</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ R. Cotterill: Biophysik – Eine Einführung, 1. Auflage (2008) Wiley-VCH</li> <li>▪ G. Adam, P. Läger, G. Stark, Physikalische Chemie und Biophysik, neueste Auflage, Springer</li> <li>▪ F. Lottspeich / J. W. Engels: Bioanalytik, neueste Auflage</li> <li>▪ Stryer, L., „Biochemie“ Spektrum Akad. Verlag</li> <li>▪ R. Winter / F. Noll: Methoden der Biophysikalischen Chemie, neueste Auflage</li> <li>▪ B. Rupp: Biomolecular Crystallography: Principles, Practice, and Application to Structural Biology</li> </ul>			

## Weitere Informationen

- integraler Bestandteil des Moduls sind Versuche, die erfolgreich durchgeführt und Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen; Voraussetzung zur erfolgreichen Bearbeitung der Versuche ist die Beherrschung des jeweiligen Vorlesungsstoffes

## Entwicklungsbiologie (EB)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Sandra Iden		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Sandra Iden Ann-Kathrin Burkhart	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Entwicklungsbiologie b) LS Entwicklungsbiologie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der allgemeinen Grundlagen der Entwicklungsbiologie</li> <li>▪ Theoretische Grundlagen der Embryonalentwicklung von Invertebraten und Vertebraten</li> <li>▪ Theoretische Kenntnisse von Methoden der Entwicklungsbiologie</li> <li>▪ Verständnis von Entwicklungsmechanismen</li> <li>▪ Erkennen von Vor- und Nachteilen der verschiedenen Modellsysteme zur Untersuchung biologischer Prozesse</li> <li>▪ Präparation von Geweben früh postnataler Mäuse</li> <li>▪ Praktische Untersuchung verschiedener Gewebe und Erlernen entwicklungsbiologischer Methoden</li> <li>▪ Erstellung eines Praktikumsprotokolls</li> <li>▪ Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ursprünge und Fragestellungen der Entwicklungsbiologie</li> <li>▪ Methoden der Entwicklungsbiologie</li> <li>▪ Embryonalentwicklung wichtiger Modellorganismen</li> <li>▪ Determinanten und Morphogene</li> <li>▪ Induktionsprozesse und Signalzentren</li> <li>▪ Segmentierung</li> <li>▪ Gastrulation</li> <li>▪ Neurulation</li> <li>▪ Homeotische Gene</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Basistechniken zur Analyse von Säugetiergeweben</li> <li>▪ Experimente zu verschiedenartigen Themen der Entwicklungsbiologie</li> <li>▪ Präparation und Beschreibung verschiedener Entwicklungsstadien am Beispiel der Maus</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Scott F. Gilbert, Developmental Biology, 10th ed., Sinauer</li> <li>▪ Lewis Wolpert &amp; Cherryl Tickle, Principles of Development, 4th ed., OUP</li> <li>▪ J.M.W. Slack, Essential Developmental Biology, 3rd ed., Wiley-Blackwell</li> <li>▪ Müller &amp; Hassel, Entwicklungsbiologie und Reproduktionsbiologie, 5.Auflage, Springer Spek.</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen</li> </ul>			

<b>Genetik (GE)</b>				
	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich Dr. Sascha Tierling Dr. Konstantin Lepikhov	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch/Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Genetik b) LS Genetik	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 40 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 20 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in grundlegende Mechanismen der Formalgenetik</li> <li>▪ Einführung in die Molekulargenetik: Entstehung und Reparatur von Mutationen, Prinzipien der Replikation und Rekombination, grundlegende Mechanismen der Genregulation</li> <li>▪ Erlernen genetischer Grund-Prinzipien und der genetischen Terminologie</li> <li>▪ Erlernen theoretischer Grundlagen der Molekularen Genetik</li> <li>▪ Konzeptionelles Grundverständnis epigenetischer Genregulation</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwendung theoretisch erlernter genetischer Prinzipien in praktischem Arbeiten (genetische Kartierung)</li> <li>▪ Einführung in praktische Arbeiten mit Nukleinsäuren</li> <li>▪ Protokollerstellung für einen mehrtägigen Versuchsablauf einschließlich Diskussion</li> <li>▪ Erarbeiten molekulargenetischer Grundtechniken und wissenschaftlicher Grundkenntnisse</li> <li>▪ Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit</li> <li>▪ Sprachkompetenz Englisch (ein Teil des Moduls wird in Englisch unterrichtet)</li> <li>▪ Kommunikationskompetenz durch Präsentation und Diskussion der Ergebnisse</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in die Grundlagen und Terminologie der Genetik</li> <li>▪ Prinzipien genetischer Vererbung (Klassische/Formal-Genetik)</li> <li>▪ Aufbau, Struktur und Replikation der DNA</li> <li>▪ Einführung in Zytogenetik, Chromosomen und Chromatin Struktur</li> <li>▪ Realisierung des genetischen Codes: Transkription und Translation</li> <li>▪ Grundprinzipien der Reparatur und Rekombination</li> <li>▪ Einführung in Prinzipien der Genregulation und Epigenetik</li> <li>▪ Einführung in die Populationsgenetik</li> <li>▪ Einführung in die Genomstruktur und genetische Kartierung</li> <li>▪ Beispiele humangenetischer Erkrankungen und Analysemethoden</li> </ul>			

	<p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plasmidpräparation, Restriktionsanalyse, Ligation, Transformation, PCR und elektrophoretische Auftrennung, Herstellen und Testen (Restriktionsanalysen) rekombinanter Plasmide</li> <li>▪ Mikrosatelliten Analysen um Allelverteilungen in genomischer DNA von Mäusen zu bestimmen, Auswertung von Gelen und Erfassung der Daten in Excel</li> <li>▪ Vertiefung und Erarbeitung von Hintergrundwissen zu den praktischen experimentellen Fragestellungen (Herstellung rekombinanter Plasmide, Transformation, PCR-design, u.a.)</li> <li>▪ Erlernen konzeptioneller und experimenteller Grundlagen für die genetischer Kartierung durch molekulare Methoden, Analyse der epistatischen Festlegung von Fellfarben (Fellfarbgene/Allele) in Mäusen, Vaterschaftsbestimmung, Ermittlung von Rekombinationsereignissen, Aufgaben zur Berechnung von Lösungen und andere experimentelle Arbeiten</li> </ul>
<p>Literatur</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nordheim/Knippers „Molekulare Genetik“, 11., unveränderte Auflage 2018, 568 S. , 620 Abb. ISBN: 9783132426375</li> <li>▪ Graw / Hennig Genetik 6. überarbeitete und aktualisierte Auflage 2015, ISBN: 978-3-662-44816-8 Verlag: Springer</li> </ul>
<p>Weitere Informationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen</li> </ul>

## Histologie & Anatomie <sup>(H1)</sup>

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Uli Müller		<b>Lehrende</b> Dr. Eva Steinmetz Dr. Susanne Meuser Mitarbeiter/innen des Fachs	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Histologie & Anatomie b) LS Histologie & Anatomie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 45 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 15 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der Grundlagen der Histologie und Anatomie des Menschen</li> <li>▪ Theoretische Grundlagen der allgemeinen Histologie</li> <li>▪ Theoretische Grundlagen der speziellen Histologie und Anatomie</li> <li>▪ Verständnis der menschlichen Anatomie unter evolutionsbiologischen Aspekten</li> <li>▪ Anfertigen histologischer Präparate, Mikroskopieren und wissenschaftliches Zeichnen</li> <li>▪ Erwerb diagnostischer Kompetenzen</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Allgemeine Histologie: Gewebetypen (Epithelgewebe, Binde- und Stützgewebe, Muskelgewebe, Nervengewebe, Blut)</li> <li>▪ Spezielle Histologie und Anatomie: Integument, Gastrointestinaltrakt, Exkretionsorgane, Auge, Fortpflanzungorgane</li> <li>▪ Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere: Skelet-, Kreislauf-, Verdauungs-, Respirations-, Exkretions-, Reproduktions- und Nervensysteme</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anfertigen, Mikroskopieren und Zeichnen histologischer Präparate</li> <li>▪ Arbeiten an anatomischen Modellen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Welsch U.: "Sobotta – Lehrbuch Histologie", Elsevier, München</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen</li> </ul>			

## Humanphysiologie (HP)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Uli Müller		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Uli Müller Dr. Susanne Meuser Mitarbeiter/innen des Fachs	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Humanphysiologie b) LS Humanphysiologie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 45 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 15 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlegendes Verständnis der menschlichen physiologischen Funktionen.</li> <li>▪ Grundlegende Kenntnisse der Regulation, Interaktion, Funktion und Fehlfunktion neuronaler und vegetativer Funktionen.</li> <li>▪ Erlernen praktischer Verfahren und Techniken zur Analyse vegetativer und neuronaler Funktionen.</li> <li>▪ Kompetenzen im Umgang mit Messgeräten, computerunterstützter Erwerb, Verarbeitung und Auswertung von Daten.</li> <li>▪ Kompetenzen bei der Präsentation der Ergebnisse</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufbau, Struktur, Funktion und Fehlfunktionen menschlicher Organsysteme: Herz, Kreislauf, Gasstoffwechsel, Exkretion, Bewegungssystem, Energiehaushalt und Homöostase, gastrointestinale Prozesse, Hormone, Sinnesorgane und Gehirn.</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Techniken und Methoden zur Analyse vegetativer und neuronaler Funktionen.</li> <li>▪ Versuche zur Funktion menschlicher Organe und Sinnessysteme, Präsentation</li> <li>▪ Für die Schule relevante Versuche zu ausgewählten Beispielen (Muskel, Sinnesorgane, Atmung, Kreislauf etc.)</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schmidt R F, Thews G: Physiologie des Menschen , Springer, Berlin</li> <li>▪ Silverthorn D U: Physiologie, Pearson Studium, München</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen</li> </ul>			

## Mikrobiologie (MI)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Karin Römisch		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Karin Römisch Dr. Mark Lommel	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Mikrobiologie b) LS Mikrobiologie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 45 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 15 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der Mikrobiologischen Grundlagen</li> <li>▪ Kenntnisse über den Aufbau (Chemie) und Funktion der pro- und eukaryontischen Zelle</li> <li>▪ Kenntnisse der zentralen Stoffwechselwege</li> <li>▪ Grundlagen der Ernährung und des Wachstums von Mikroorganismen</li> <li>▪ Kenntnisse über die systematische und phylogenetische Einordnung von Mikroorganismen</li> <li>▪ Steriles Arbeiten und sichere Handhabung von Mikroorganismen</li> <li>▪ Isolierung und Identifizierung von Mikroorganismen (physiologisch und morphologisch)</li> <li>▪ Methoden des mikrobiellen Wachstums</li> <li>▪ Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)</li> <li>▪ Erstellung eines Protokolls (Einleitung, Ergebnisse + Diskussion)</li> <li>▪ Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren</li> <li>▪ Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschichte der Mikrobiologie</li> <li>▪ mikrobielle Zellstruktur &amp; -funktion</li> <li>▪ mikrobielle Ernährung &amp; Metabolismus</li> <li>▪ mikrobielles Wachstum &amp; dessen Kontrolle</li> <li>▪ Bakterien- &amp; Hefegenetik</li> <li>▪ Evolution &amp; Systematik der Mikroben</li> <li>▪ Mikrobielle Genomik</li> <li>▪ Mikroorganismen in Industrie &amp; Forschung</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anreicherung und Wachstum von Bakterien und Pilzen</li> <li>▪ mikrobiologische Arbeitstechniken</li> <li>▪ Physiologie von Bakterien und Pilzen</li> <li>▪ Mikroskopie und Färbungen/ Morphologie von Bakterien und Pilzen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Brock: Biology of Microorganisms (Prentice Hall) (Deutsch von Pearson)</li> <li>▪ Fuchs (Schlegel): Allgemeine Mikrobiologie (Thieme)</li> <li>▪ Alberts: The Cell</li> <li>▪ Madhani: From a to alpha - Yeast as a model for cellular differentiation</li> <li>▪ Cypionka: Grundlagen der Mikrobiologie (Springer)</li> <li>▪ Steinbüchel et al.: Mikrobiologisches Praktikum (Springer)</li> <li>▪ Kerner: Das grosse Kosmosbuch der Mikroskopie (Kosmos)</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen</li> </ul>			



## Molekulare Pflanzenbiologie (PB)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Katrin Philippar		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Katrin Philippar Dr. Jens Neunzig		
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7	
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur, praktische Arbeit		
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch		
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Molekulare Pflanzenbiologie b) LS Molekulare Pflanzenbiologie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 45 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 15 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der Grundlagen der Molekularen Botanik und Pflanzenphysiologie</li> <li>▪ Besonderheiten der pflanzlichen Physiologie bezüglich Evolution, Anatomie, Lebensweise und Umweltsituation von Pflanzen</li> <li>▪ Verständnis der Rolle von Pflanzen in Gesellschaft und Umwelt im Hinblick auf besondere physiologische Leistungen von Pflanzen</li> <li>▪ Molekular-physiologische Basistechniken an Pflanzenteilen und intakten Organismen</li> <li>▪ Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten/Laborumgang</li> <li>▪ Mikroskopie, digitale Darstellung und Beschriftung von Abbildungen</li> <li>▪ Präsentiertechniken mündlich/schriftlich, Verfassung von Versuchsprotokollen, Kritikfähigkeit, Teamarbeit</li> </ul>				
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen der pflanzlichen Anatomie (Wurzel, Spross, Blatt) im Hinblick auf ihre physiologische Funktion in Kormophyten</li> <li>▪ Grundlagen der pflanzlichen Evolution und Systematik: Algen, Moose, Samenpflanzen</li> <li>▪ Wasserhaushalt, Transport (insbesondere Wasseraufnahme und Wassertransport, Langstreckentransport, Transpiration, Regulation der Wasseraufnahme und -abgabe, Osmose, Wasserpotential)</li> <li>▪ Stoffklassen - Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, Nukleinsäuren</li> <li>▪ Grundzüge der Stoffwechselfysiologie (z.B. zentrale Stoffwechselwege Katabolismus und Anabolismus, Regulation Stoffwechselwege und Enzyme)</li> <li>▪ Photosynthese (Kohlenstoffkreislauf, Überblick autotrophe Organismen, Licht, Chloroplastenaufbau, Photosynthesepigmente, Lichtreaktion und Calvin-Benson Zyklus, Reaktionsgleichung und Energiebilanz, ökologische Anpassungen (Photorespiration, C3/C4/CAM-Pflanzen, Licht und Schattenpflanzen)</li> <li>▪ pflanzenspezifischer Stoffwechsel (z.B. Stärke und Saccharosesynthese, Zellwand/Zellulosesynthese, Zuckerspeicherung und -transport, Lipidstoffwechsel)</li> <li>▪ Ernährungsphysiologie (Makro- und Mikronährstoffe, Nährstoffmobilisierung, Bodeneigenschaften, Düngung, Bodenökologie (Interaktion Pflanzen-Mikroorganismen, Symbiose, Mycorrhiza), Nährstoffaufnahme und -transport, Nährstoffassimilation, Fallbeispiel Stickstoff-N-Kreislauf der Natur, Nitrataufnahme, N-Assimilation in Ammonium/GS-GOGAT, Stickstofffixierung)</li> <li>▪ Membrantransport über Kanäle, Carrier, Transporter allgemein und im Fokus auf Pflanzen</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entwicklung (Samenbildung/Embryonalentwicklung, Blatt- und Blütenbildung, Meristemaktivität, Differenzierung und Morphogenese)</li> <li>▪ Pflanzenhormone (Definition, Wirkung, Synthese, Nutzung, Auxine, Cytokinine, Gibberellinsäure, Abscisinsäure, Ethylen)</li> <li>▪ Pflanzliche Photorezeptoren, Photomorphogenese</li> <li>▪ Gentechnisch veränderte Pflanzen (<i>in vitro</i> Kultur von Pflanzen, Regeneration von Pflanzen aus einzelnen Zellen, Methoden der Pflanzentransformation, <i>Agrobacterium tumefaciens</i>)</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimente zu verschiedenartigen Themen der molekularen Botanik und molekularen Pflanzenphysiologie (z.B. PCR-Genotypisierung, Promoter/Reportergergen Analyse, (Fluoreszenz)-Mikroskopie, Photosynthese, Entwicklung, Hormone, Membrantransport)</li> <li>▪ Physiologische und molekulare Basistechniken (z.B. Pflanzenanzuchtmethoden, physiologische Behandlung, physikalische, biochemische, genetische und zell/molekularbiologische Analysen, statistische Auswertung)</li> </ul>
<p>Literatur</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Taiz, Zeiger: "Plant Physiology and Development" (empfohlen)</li> <li>▪ Campbell und/oder Purves: Biologie</li> <li>▪ Schopfer/Brennicke: Pflanzenphysiologie</li> <li>▪ Nabors und/oder Nover/Weiler: Botanik</li> <li>▪ Wanner: Mikroskopisch-Botanisches Praktikum</li> <li>▪ Stryer und/oder Müller-Esterl: Biochemie</li> </ul>
<p>Weitere Informationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integraler Bestandteil des Moduls sind mündliche oder schriftliche Versuchsberichte, die bestanden werden müssen.</li> </ul>

## Physikalische Chemie (PC)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Dora Tang		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Dora Tang Mitarbeiter/innen des Fachs	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Englisch, Deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Physikalische Chemie b) LS Physikalische Chemie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 45 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 15 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der Grundprinzipien der physikalischen Chemie</li> <li>▪ Verständnis für analytische Messmethoden</li> <li>▪ Durchführung und Auswertung von praktischen Versuchen und deren Ergebnisse</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Materie und Energie</li> <li>▪ Thermodynamik</li> <li>▪ Chemische Gleichgewichte</li> <li>▪ Kinetik</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enzymkinetik</li> <li>▪ Berechnung von Konzentrationen</li> <li>▪ Serienverdünnungen</li> <li>▪ Kalibrierkurven</li> <li>▪ kinetische Messungen</li> <li>▪ Analyse</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atkins, P, Ratcliffe, G, Wormald, M, de Paula J, "Physical Chemistry for Life scientists"</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Versuche, die erfolgreich durchgeführt und Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen; Voraussetzung zur erfolgreichen Bearbeitung der Versuche ist die Beherrschung des jeweiligen Vorlesungsstoffes</li> </ul>			

## Zellbiologie (ZB)

	<b>Modulverantwortlich</b> PD Dr. Frank Breinig		<b>Lehrende</b> PD Dr. Frank Breinig	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Zellbiologie b) LS Zellbiologie	<b>Workload</b> 4 SWS    5 CP 2 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h 45 h	<b>Selbststudium</b> 90 h 15 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Genaue Kenntnis über Aufbau und Funktion von Zellen</li> <li>▪ Einsatz von molekular- und zellbiologischen Methoden zur Analyse von Zellen</li> <li>▪ Praktischer Umgang mit Zellen</li> <li>▪ Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)</li> <li>▪ Präsentation eines Kurzvortrags zu einem zellbiologischen Thema</li> <li>▪ Fähigkeit zu Teamwork und Kleingruppenarbeit</li> <li>▪ Verbesserung der Sprachkompetenz (Teile der Begleitliteratur sind in Englisch)</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufbau und Funktion der Eukaryontenzelle</li> <li>▪ Mikroskopie von Zellen (Licht- &amp; Fluoreszenz-Mikroskopie; Elektronen-Mikroskopie)</li> <li>▪ Zellteilung, Zellzyklus und Zellzykluskontrolle</li> <li>▪ Primärer Informationsfluss in Pro- und Eukaryonten</li> <li>▪ RNAi: Grundlagen und Anwendungen</li> <li>▪ Struktur und Funktion von DNA, DNA-Topoisomerasen, DNA-Bindeproteinen und Histonen</li> <li>▪ DNA-Schäden und zelluläre DNA-Reparatur</li> <li>▪ RNA-Polymerasen und Transkription</li> <li>▪ Zelluläre Kontrollebenen der eukaryonten Genexpression</li> <li>▪ Programmierter Zelltod (Apoptose)</li> <li>▪ Cytoskelett: Komponenten, Dynamik und Funktion</li> <li>▪ Extrazelluläre Matrix: Aufbau, Abbau und Funktionen</li> <li>▪ Aufbau von Biomembranen und Dynamik von Membran-Lipiden und -Proteinen</li> <li>▪ Membrantransport: Pumpen, Carrier und Kanäle</li> <li>▪ Zellkommunikation, Signalübertragung und Rezeptoren</li> <li>▪ Organellen und vesikulärer Transport (t- und v-SNARES)</li> <li>▪ Posttranslationale Proteinmodifikationen (GPI-Anker, Protein-O- und N-Glykosylierung etc.)</li> <li>▪ Intrazelluläres Protein-Targeting, Protein-Sekretion und -Abbau; Ubiquitin/Proteasom-System</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Methoden zur Bestimmung von Zellzahl und Zellgröße</li> <li>▪ Nachweis/Lokalisation von Zellstrukturen durch Fluoreszenz- und Immunfluoreszenz-Mikroskopie</li> <li>▪ Analyse des mitochondrialen und peroxisomalen Protein-Targetings</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Transkriptionsregulation am Beispiel einer induzierten Präprotoxin-Expression in Hefezellen</li></ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Alberts et al., Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie, Wiley-VCH</li><li>▪ Lodish et al., Molekulare Zellbiologie, Spektrum Akademischer Verlag</li><li>▪ Cooper &amp; Hausman, The Cell - A Molecular Approach, ASM Press</li><li>▪ Karp, Molekulare Zellbiologie, Springer Verlag</li></ul>
Weitere Informationen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen</li></ul>

## Labormethodik (LM)

	<b>Modulverantwortlich</b> Studiendekan:in		<b>Lehrende</b> Wissenschaftliche Mitarbeiter des ZHMB	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 4	<b>ECTS-Punkte</b> 6
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Labormethodik I b) LS Labormethodik II	<b>Workload</b> 2 SWS    3 CP 2 SWS    3 CP	<b>Präsenzzeit</b> 40 h 40 h	<b>Selbststudium</b> 50 h 50 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlegende Arbeitstechniken der Molekularbiologie</li> <li>▪ Auswertung und graphische Darstellung von wissenschaftlichen Daten</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Labormethodik I:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung Mikroskopie</li> <li>▪ Korrektes Nutzen von Pipetten</li> <li>▪ Herstellen einer Verdünnungsreihe</li> <li>▪ Zentrifugieren</li> <li>▪ Einführung in die Photometrie</li> <li>▪ Restriktionsverdau &amp; Elektrophorese</li> <li>▪ Steriles Arbeiten</li> <li>▪ Sicheres Arbeiten im Labor / Sicherheitseinweisung</li> <li>▪ Ansetzen von Lösungen</li> <li>▪ Rechnen im Laboralltag (pH-Wert, Konzentrationen, Verdünnungsreihen, ...)</li> <li>▪ Allgemeine Methodik</li> </ul> <p><u>Labormethodik II:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Word (automatische Beschriftung, Inhaltsverzeichnis, Grundlagen Textlayout, Formatvorlagen)</li> <li>▪ Excel (angewandte Tabellenkalkulationen und graphische Darstellungen)</li> <li>▪ Powerpoint (Präsentationen, Abbildungen)</li> <li>▪ Origin</li> <li>▪ Sequenzauswertung</li> <li>▪ Datenbanken</li> <li>▪ Vorstellung alternativer Textverarbeitung- und Graphik-Programme (Adobe Illustrator, GraphPadPrism, Affinity Designer, LaTeX, GimP, InkScape, Biorender)</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ -</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ -</li> </ul>			

## Grundkurse – nicht-biologisch

## Chemie - Anorganik (AC)

	<b>Modulverantwortlich</b> Dr. Andreas Rammo		<b>Lehrende</b> Dr. Andreas Rammo	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 5	<b>ECTS-Punkte</b> 6
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> V: keine P: bestandene Klausur zu V		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur zu Vorlesung Klausur zu Praktikum	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Allgemeine Chemie mit Ü (1. Hälfte des Semesters) b) P AC für Nebenfach	<b>Workload</b> 3 SWS    4 CP	<b>Präsenzzeit</b> 45 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung des Verständnisses für chemische, physikalische und mathematische Grundlagen der Chemie</li> <li>Grundlagen zu: <ul style="list-style-type: none"> <li>Atommodelle</li> <li>Chemische Bindung und Molekülstrukturen</li> <li>Chemisches Gleichgewicht</li> <li>Redox- und Elektrochemie</li> <li>Säure-Base-Reaktionen</li> <li>Löslichkeitsprodukt</li> <li>Anwendung der Mathematik in der Chemie</li> <li>Thermodynamik, Kinetik, Energieumsatz, Quantenchemie</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vertiefung der Vorlesungsinhalte in Anorganischer Chemie anhand ausgewählter Versuche</li> <li>Umsetzung von Versuchsvorgaben in die Praxis unter Einhaltung der Sicherheitsvorgaben</li> <li>Erlernen eines verantwortlichen und „gefahrenlosen“ Umgang mit Chemikalien</li> <li>Kennen lernen von Praktikumstechniken und -begriffen in einem chem. Laboratorium</li> <li>Führen eines Laborjournals (Versuchsvorgaben, Durchführung, Beobachtung und Auswertung)</li> <li>Fähigkeit zu Teamwork und Kleingruppenarbeit</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Chemie</li> <li>Klassifizierung der Stoffe (Elemente, Verbindung, Gemische)</li> <li>Chemische Grundgesetze (Erhaltung der Masse, konstante und multiple Proportionen, Gasgesetze, etc.)</li> <li>Atomhypothese und Avogadrosche Molekülhypothese</li> <li>Aufbau der Atome, Kern und Hülle, Isotope, Bohrsches und Rutherford Atommodell, Wasserstoffspektrum, Heisenbergsche Unschärferelation, Frank-Hertz-Versuch, de Broglie-Beziehung</li> <li>Absolute und relative Atommassen, Element- und Atomsymbole</li> <li>Das Mol, molare Masse, relative Molekül- und Formelmasse, SI-Einheiten</li> <li>Aggregatzustände, ideale Gase und Gasgesetze, Osmose</li> </ul>			

- Schrödinger-Gleichung, Stern-Gerlach-Versuch, Orbitalmodell und Quantenzahlen,
- Aufbau des Periodensystems, Periodizitäten, Moseleysches Gesetz
- Chemische Bindung (MO-Theorie, Valence-Bond, Ionenbindung, Metallbindung, van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindung, Dipole)
- Hybridisierung, Oktettregel und negative Hyperkonjugation
- VSEPR-Modell
- Kryos- und Ebullioskopie, Lösungswärmen von Salzen
- Energieumsatz bei chemischen Reaktionen
- Reaktionskinetik
- Chemisches Gleichgewicht, Prinzip des kleinsten Zwanges (Le Chatelier)
- Säure-Base-Reaktionen
- Redoxreaktionen und Elektrochemie, Elektrolyse, Faradaysche Gesetze
- Löslichkeitsprodukt

#### Praktikum

- Versuche zu folgenden Themengebieten:
- Physikalische Eigenschaften von Elementen, Stoffen, Verbindungen und Stoffsystemen
- Chemische Bindung: Ionenbindung, Kovalente Bindung, Metallbindung, Komplexbindung
- Ausgewählte Versuche zur Chemie und Reaktionen von Hauptgruppenelementen
- Massenwirkungsgesetz
- Säure-Base-Systeme
- Titrimetrie: Säure-Base- und Redox titrationen
- Elektrochemie
- Reaktionskinetik
- Chemische Gleichgewichte (Massenwirkungsgesetz)

#### Literatur

- Ch. E. Mortimer, U. Müller, Chemie (Thieme)
- G. Kickelbick, Chemie für Ingenieure (Pearson)
- C.E. Housecroft, A.G. Sharpe, Anorganische Chemie (Pearson)

## Chemie - Organik (OC)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Uli Kazmaier		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Uli Kazmaier Dr. Andreas Rammo Dr. Angelika Ullrich	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 4	<b>ECTS-Punkte</b> 6
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> V: keine P: bestandene Klausur zu V		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur zu Vorlesung Klausur zu Praktikum	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V und Organische Chemie für Studierende mit Nebenfach Chemie (2. Hälfte des Semesters) b) P OC für Biologen	<b>Workload</b> 2 SWS    3 CP	<b>Präsenzzeit</b> 30 h	<b>Selbststudium</b> 60 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Grundlagen der Organischen Chemie kennenlernen</li> <li>▪ Herstellung, Eigenschaften und Reaktionen der verschiedenen Substanzklassen beherrschen</li> <li>▪ Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie verstehen und anwenden</li> <li>▪ die Nomenklatur organischer Verbindungen erlernen.</li> <li>▪ Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)</li> <li>▪ Erstellung eines wissenschaftlichen Protokolls</li> <li>▪ Fähigkeit zu Teamwork (Praktikum in Zweiergruppen)</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschichtliche Einführung zur Organischen Chemie</li> <li>▪ Das Element Kohlenstoff und seine Sonderstellung im Periodensystem</li> <li>▪ Hybridisierungen</li> <li>▪ Funktionelle Gruppen</li> <li>▪ Gewinnung und Synthese von chemischen Verbindungen</li> <li>▪ Grundbegriffe, Formelschreibweise und Definitionen zu chemischen Reaktionen</li> <li>▪ Kohlenwasserstoffe, Alkane, Alkene, Alkine</li> <li>▪ Arene und deren Reaktionen</li> <li>▪ Zweitsubstitution bei Arenen, mesomere und induktive Effekte von Substituenten</li> <li>▪ Chiralität, Sequenzregel nach Cahn, Prelog und Ingold</li> <li>▪ Chemische Reaktionen, Redoxreaktionen, nukleophile Substitutionen, Additionsreaktionen an Mehrfachbindungen, Eliminierungsreaktionen, Additions-Eliminierungsreaktion</li> <li>▪ Organische Stoffklassen, z.B. Alkylhalogenide, Alkohole, Aldehyde, Carbonsäuren und -derivate, Amine, Aminosäuren, Nucleinsäuren und DNA, Mono-, Di- und Polysaccharide, einfache Polymere</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durchführung vorwiegend einstufiger Präparate aus den Themengebieten:</li> </ul>			

- Reaktionen: Nucleophile Substitution, Addition, Eliminierung, Elektrophile Aromatensubstitution, Oxidationen und Reduktionen, Carbonylreaktionen, Reaktionen CH-acider Verbindungen,
- Substanzklassen: Amine, Alkohole, Phenole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäure(derivate), Aminosäuren und Peptide, Steroide, Kohlenhydrate, Lipide,
- Reinigung und Charakterisierung der hergestellten Verbindungen durch: Destillation, Kristallisation, Schmelzpunktbestimmung, Bestimmung des Brechungsindex

Literatur

- Latscha, Kazmaier, Klein, Chemie für Biologen: Springer Verlag
- Ch.E. Mortimer, U. Müller, Chemie (Thieme); C.E.Housecroft, A.G. Sharpe, Anorganische Chemie, Pearson-Verlag
- P.Y. Bruice, Organische Chemie, Pearson-Verlag

## Mathematik (MA)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Michael Bildhauer		<b>Lehrende</b> Mitarbeiter/innen des Fachs	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 3	<b>ECTS-Punkte</b> 4
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V, Ü Mathematik für Studierende der Biologie und des Lehramts Chemie	<b>Workload</b> 3 SWS    4 CP	<b>Präsenzzeit</b> 45 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Modulnote</b> 100 % Klausur
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lineare Gleichungssysteme bearbeiten können,</li> <li>▪ Eigenwerte und Determinanten von quadratischen Matrizen berechnen können,</li> <li>▪ grundlegende Begriffe und elementare Techniken der Analysis in einer Veränderlichen kennen und die Fähigkeit haben, diese zum Lösen elementarer Probleme einzusetzen</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reelle und komplexe Zahlen,</li> <li>▪ Lösen linearer Gleichungssysteme,</li> <li>▪ Matrizen, Determinanten, Eigenwertprobleme,</li> <li>▪ Konvergenz von Folgen und Reihen,</li> <li>▪ Funktionen, Stetigkeit, Grenzwertbildung,</li> <li>▪ Differenzierbarkeit, Berechnung lokaler Extrema,</li> <li>▪ Stammfunktionen und Integration,</li> <li>▪ Elementare Differentialgleichungen (optional)</li> </ul> <p><u>Übungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bearbeiten von Übungsbeispielen und Übungsaufgaben zum jeweiligen Stoff der Vorlesung</li> <li>▪ Gelegentliche Ergänzungen zur Vorlesung</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anmeldung zu den Übungen i.d.R. in der ersten Vorlesung</li> </ul>			

## Physik <sup>(PH)</sup>

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata Mitarbeiter/innen des Fachs	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 7
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Klausur; praktische Arbeit	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Physik b) Ü Physik c) LS Physik	<b>Workload</b> 3 SWS    5 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sicheres und strukturiertes Wissen zu den unten genannten physikalischen Themenbereichen erwerben</li> <li>Kenntnis von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden nachweisen</li> <li>Fähigkeit zur Anwendung und quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme erwerben</li> <li>Anwendung mathematischer Formalismen zur Lösung (bio-) physikalischer Problemstellungen üben</li> <li>Erfahrungen im selbständigen Experimentieren, Messplanung, Datenaufnahme, Auswertung, Fehlerbehandlung, Protokollierung, Diskussion sammeln</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Physikalische Grundlagen: Atome und Moleküle, Elektrizität, Magnetismus, Optik, Mechanik, Schwingungen und Wellen, Wärmelehre, wichtige physikalische Grundgrößen, Maßeinheiten und Gesetze.</li> <li>Atome und Moleküle: Aufbau eines Atoms, atomarer Zerfall, Bindungen</li> <li>Elektrizität: Elektrostatik, elektrische Signale, Schaltbilder</li> <li>Magnetismus: Magnetostatik, Elektromagnetismus, Induktion</li> <li>Optik: Teilchen- und Welleneigenschaften des Lichts, Lichtinteraktion mit Materie, geometrische Optik, Mikroskopie</li> <li>Mechanik: Newtonsche Mechanik, Dynamik, Stoßgesetze, Gravitation, ideale Flüssigkeiten</li> <li>Schwingungen und Wellen: Akustik, Klassifikation von Wellen, Polarisation</li> <li>Wärmelehre: Ideales Gas, Gleichgewicht / Nichtgleichgewicht, Phasenübergänge, Entropie, reale Gase</li> <li>Der Bezug der oben genannten Teilgebiete zu biologischen Systemen</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Fehlerrechnung (systematische und statistische Fehler, Fehlerfortpflanzung)</li> <li>Mechanik (z.B. Akustik, Mechanik der Flüssigkeiten)</li> <li>Wärmelehre (z.B. Spezifische Wärmekapazität, Phasenumwandlungen)</li> <li>Elektrizitätslehre (z.B. Gleich- und Wechselströme)</li> <li>Optik (z.B. Geometrische Optik, Photometrische Analyse)</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Radioaktivität (z.B. Nachweis von Strahlung, Absorption von Strahlung, Umweltradioaktivität)</li></ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ O. Fritsche, „Physik für Biologen und Mediziner“, Springer, Berlin, 2013</li><li>▪ P. Nelson, „Biological Physics“, WH Freeman, 2013.</li><li>▪ D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Halliday Physik", Wiley-VCH, Berlin, 2007</li><li>▪ W. Schenk et al., „Physikalisches Praktikum“, Springer Spektrum, Wiesbaden, 2013</li></ul>
Weitere Informationen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ -</li></ul>

## Reading Courses

## Reading Course Infektionsbiologie (RC1)

	<b>Modulverantwortlich</b> Studiendekan/in		<b>Lehrende</b> Mitarbeiter/innen der Fächer	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 2	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Mündliche Prüfung	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) RC Infektionsbiologie	<b>Workload</b> 2 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 30 h	<b>Selbststudium</b> 210 h	<b>Modulnote</b> 100 % mündliche Prüfung
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertiefendes Verständnis der Grundlagen von Mikrobiologie, Immunologie sowie Zellbiologie</li> <li>▪ Kenntnisse über Aufbau und Funktion von Viren</li> <li>▪ Vertiefende Kenntnis des menschlichen Immunsystems</li> <li>▪ Ausgewählte Beispiele viraler, bakterieller, eukaryontischer und fungaler Erreger</li> <li>▪ Diskussion wissenschaftlicher Fragestellungen und Erklärung komplexer Konzepte mit anderen Studierenden und Lehrenden.</li> <li>▪ Vereinfachte Darstellung komplizierter Sachthemen und Herausarbeitung ihrer Kernaussagen.</li> <li>▪ Erlangung fundierten wissenschaftlichen Fachwissens durch selbstverantwortliches Lernen mit einem Lehrbuch und/oder Primärliteratur. Identifizierung individueller Defizite und unterstützte Aufarbeitung.</li> <li>▪ Gegebenenfalls kritische Bewertung aktueller Forschungsdaten.</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Das Modul kombiniert individuelles Lernen eines Lehrbuchs mit täglichen Seminaren, in denen die Studierenden die Gelegenheit haben, die Inhalte des Vortages zusammenzufassen, zu diskutieren und zu präsentieren.</li> <li>▪ Die Studierenden können dabei aus einem breiten Angebot von Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen wählen.</li> <li>▪ Das Modul schließt mit einer mündlichen Prüfung von 20 min ab.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Brock: Biology of Microorganisms</li> <li>▪ Modrow: Molecular Virology</li> <li>▪ Fuchs/Schlegel: Allgemeine Mikrobiologie</li> <li>▪ Janeway: Immunologie</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>				

## Reading Course Molekularbiologie (RC2)

	<b>Modulverantwortlich</b> Studiendekan/in		<b>Lehrende</b> Mitarbeiter/innen der Fächer	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 2	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Mündliche Prüfung	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) RC Molekularbiologie	<b>Workload</b> 2 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 30 h	<b>Selbststudium</b> 210 h	<b>Modulnote</b> 100 % mündliche Prüfung
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertiefendes Verständnis der Struktur und Funktion zentraler biologischer Moleküle (Lipide, Fette, Kohlenhydrate, Metabolite, Hormone,...)</li> <li>▪ Verständnis der molekulare Zusammensetzung, Biogenese und Funktion subzellulärer Organelle und ihre dynamische Regulation.</li> <li>▪ Vertiefendes Verständnis der Zellspezialisierung in komplexen Geweben.</li> <li>▪ Diskussion wissenschaftlicher Fragestellungen und Erklärung komplexer Konzepte mit anderen Studierenden und Lehrenden.</li> <li>▪ Vereinfachte Darstellung komplizierter Sachthemen und Herausarbeitung ihrer Kernaussagen.</li> <li>▪ Erlangung fundierten wissenschaftlichen Fachwissens durch selbstverantwortliches Lernen mit einem Lehrbuch und/oder Primärliteratur. Identifizierung individueller Defizite und unterstützte Aufarbeitung.</li> <li>▪ Gegebenenfalls kritische Bewertung aktueller Forschungsdaten.</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Das Modul kombiniert individuelles Lernen eines Lehrbuchs mit täglichen Seminaren, in denen die Studierenden die Gelegenheit haben, die Inhalte des Vortages zusammenzufassen, zu diskutieren und zu präsentieren.</li> <li>▪ Die Studierenden können dabei aus einem breiten Angebot von Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen wählen.</li> <li>▪ Das Modul schließt mit einer mündlichen Prüfung von 20 min ab.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stryer: Biochemie</li> <li>▪ Alberts: Molecular Biology of the Cell</li> <li>▪ Pollard &amp; Earnshaw: Cell Biology</li> <li>▪ Rupp: Biomolecular Crystallography</li> <li>▪ Watson: Molecular Biology of the Gene</li> <li>▪ Voit: A First Course in Systems Biology</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>				

## Reading Course Systemphysiologie (RC3)

	<b>Modulverantwortlich</b> Studiendekan/in		<b>Lehrende</b> Mitarbeiter/innen der Fächer	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 2	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Mündliche Prüfung	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) RC Systemphysiologie	<b>Workload</b> 2 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 30 h	<b>Selbststudium</b> 210 h	<b>Modulnote</b> 100 % mündliche Prüfung
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertiefendes Verständnis der Grundlagen von physiologischen Zusammenhängen in unterschiedlichen Modellsystemen</li> <li>▪ Erlernen von physiologischen Konzepten und systemischen Zusammenhängen anhand vertiefender Beispiele</li> <li>▪ Diskussion wissenschaftlicher Fragestellungen und Erklärung komplexer Konzepte mit anderen Studierenden und Lehrenden.</li> <li>▪ Vereinfachte Darstellung komplizierter Sachthemen und Herausarbeitung ihrer Kernaussagen.</li> <li>▪ Erlangung fundierten wissenschaftlichen Fachwissens durch selbstverantwortliches Lernen mit einem Lehrbuch und/oder Primärliteratur. Identifizierung individueller Defizite und unterstützte Aufarbeitung.</li> <li>▪ Gegebenenfalls kritische Bewertung aktueller Forschungsdaten.</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Das Modul kombiniert individuelles Lernen eines Lehrbuchs mit täglichen Seminaren, in denen die Studierenden die Gelegenheit haben, die Inhalte des Vortages zusammenzufassen, zu diskutieren und zu präsentieren.</li> <li>▪ Die Studierenden können dabei aus einem breiten Angebot von Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen wählen.</li> <li>▪ Das Modul schließt mit einer mündlichen Prüfung von 20 min ab.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buchanan/Gruissem/Jones: Biochemistry &amp; Molecular Biology of Plants</li> <li>▪ Penzlin: Tierphysiologie</li> <li>▪ Aktories: Pharmakologie und Toxikologie</li> <li>▪ Guyton &amp; Hall: Medical Physiology</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>				

## Betreute Forschungspraktika

## Biochemistry & Metabolism (BFP1)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Bruce Morgan		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Bruce Morgan Prof. Dr. Leticia Prates Roma	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Biochemistry & Metabolism	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lernen, wie man effektiv Versuchshypothesen aufstellt und prüft</li> <li>▪ Erfahrungen mit der Erstellung von Versuchsplänen zu sammeln</li> <li>▪ Praktische Erfahrung in der Verwendung von Hefe- und Säugetierzellkulturen als experimentelle Systeme.</li> <li>▪ Vertiefung des Verständnisses des grundlegenden zellulären Stoffwechsels und seiner Bedeutung für die Pathophysiologie</li> </ul> <p>Einen Überblick über den Einsatz pharmakologischer Interventionen zur Modulation des Stoffwechsels und zur Behandlung von Stoffwechselkrankheiten zu gewinnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbesserung der Sprachkompetenz (Teile der Begleitliteratur sind in Englisch)</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verwendung von Hefe- und Säugetierzellmodellen zur Untersuchung des Grundstoffwechsels</li> <li>▪ Zell- und Tiermodelle für die Untersuchung von Stoffwechselkrankheiten</li> <li>▪ Stoffwechsel von Hefe- und Säugetierzellen.</li> <li>▪ Molekulare Grundlagen von Stoffwechselkrankheiten</li> <li>▪ Geschlechtsspezifische Unterschiede bei Stoffwechselkrankheiten</li> <li>▪ Integration des Stoffwechsels und Kommunikation zwischen den Organen</li> <li>▪ Pharmakologie von Stoffwechselkrankheiten</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Originalveröffentlichungen und Übersichtsartikel, die vor dem Praktikum verteilt werden.</li> <li>▪ Stryer: Biochemie</li> <li>▪ Boron &amp; Boulpaep: Concise Medical Physiology</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.</li> </ul>			

## Cell Free Biology (BFP2)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Dora Tang		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Dora Tang Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Cell Free Biology	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in Bottom-up-Ansätze</li> <li>▪ Formulierung und Diskussion einer Forschungsfrage</li> <li>▪ Planung und Durchführung von Experimenten auf der Grundlage des Forschungsziels</li> <li>▪ Auswertung und Interpretation der Daten</li> <li>▪ Anforderung und Durchführung von Kontrollexperimenten</li> <li>▪ Erwerb grundlegender Laborfertigkeiten für die zellfreie Biologie</li> <li>▪ Gruppenarbeit</li> <li>▪ Englischkenntnisse</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in synthetische zelluläre Systeme</li> <li>▪ Herstellung von synthetischen zellulären Systemen und Charakterisierung</li> <li>▪ Handhabung zellfreier Systeme</li> <li>▪ Bottom-up Rekonstitution und Charakterisierung</li> <li>▪ Quantitative Analyse</li> <li>▪ Visualisierung der Daten</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pollard, Thomas D, „The Cytoskeleton“</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.</li> </ul>			

## Compartmentalization & Self Organization (BFP3)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Karin Römisch		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Karin Römisch N.N.	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Compartmentalization & Self Organization	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protein-Targeting zu verschiedenen Kompartimenten</li> <li>▪ membranfreie Kompartimentierung durch Phasenseparation</li> <li>▪ Aufbau und Funktion des sekretorischen Wegs in Pro- und Eukaryoten</li> <li>▪ Biogenese und Funktion von sekretorischen und Transmembranproteinen in Pro- und Eukaryoten</li> <li>▪ steriles Arbeiten und praktischer Umgang mit Zellen</li> <li>▪ Präparation von und Experimentieren mit biologischen Membranen</li> <li>▪ differentielle Proteinextraktion aus biologischen Membranen</li> <li>▪ Nachweis von Protein-Protein-Interaktionen</li> <li>▪ Experimenteller Umgang mit zellfreien Systemen</li> <li>▪ Erstellung von qualitativen und quantitativen experimentellen Daten</li> <li>▪ Selbständige Auswertung der Ergebnisse nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten</li> <li>▪ Erstellung eines wissenschaftlichen Protokolls</li> <li>▪ Verbesserung der Sprachkompetenz (Vorlesung und Begleitliteratur sind auf Englisch)</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kompartimentalisierung von Proteinen</li> <li>▪ Biogenese von sekretorischen und Membranproteinen und Virulenzfaktoren in Prokaryoten und Eukaryoten,</li> <li>▪ Protein-Translokation über Membranen</li> <li>▪ Qualitätskontrolle sekretorischer Proteine in Pro- und Eukaryoten</li> <li>▪ Hefe in Molekular- und Zellbiologie</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Brock, Biology of Microorganisms</li> <li>▪ Alberts et al., Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie</li> <li>▪ aktuelle wissenschaftliche Literatur zur sekretorischen Proteinbiogenese &amp; Kompartimentalisierung</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.</li> </ul>			

## Immunology & Tumor Biology (BFP4)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Sandra Iden		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Sandra Iden PD Dr. Barbara Walch-Rückheim Jun.-Prof. Dr. Daniela Yildiz Mitarbeiter/innen der beteiligten Arbeitsgruppen	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Immunology & Tumor Biology	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einstieg in die Tumorbiologie</li> <li>▪ Erlernen der Tumorkomplexität am Beispiel von Hauttumoren</li> <li>▪ Grundlagen des menschlichen Immunsystems</li> <li>▪ Interaktion des Immunsystems mit pathogenen Erregern</li> <li>▪ Einstieg in die Pharmakologie</li> <li>▪ Pharmakologische Beeinflussung des Immunsystems</li> <li>▪ Pharmakologische Beeinflussung des Tumorwachstums:</li> <li>▪ Vertrautheit mit molekular- und zellbiologischen sowie immunologischen Methoden zur Analyse von Säugetierzellen und -geweben</li> <li>▪ steriles Arbeiten und praktischer Umgang mit Säugetierzellen und -geweben</li> <li>▪ selbständige Auswertung und Darstellung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)</li> <li>▪ Verbesserung der Sprachkompetenz (Teile der Begleitliteratur sind in Englisch)</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen der Immunologie</li> <li>▪ Funktionelle Charakterisierung von Immunzellen</li> <li>▪ Induktion von Immunantworten und Reaktionen auf Erreger: Immunstatus-Bestimmung</li> <li>▪ Einstieg in die Tumorbiologie</li> <li>▪ Analyse der Heterogenität von Tumorgeweben</li> <li>▪ Grundlagen der Infektionsabwehr</li> <li>▪ Pharmakologische Beeinflussung der (immunologischen) Tumornische</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Janeway's Immunobiology</li> <li>▪ The Biology of Cancer (Robert A. Weinberg)</li> <li>▪ Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie (Aktories)</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.</li> </ul>			

## Molecular Cell Biology (BFP5)

	<b>Modulverantwortlich</b> PD Dr. Frank Breinig		<b>Lehrende</b> PD Dr. Frank Breinig Prof. Dr. Katrin Philippar	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Molecular Cell Biology	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verständnis der Grundlagen molekularer Zellbiologie</li> <li>▪ Kenntnisse über den Aufbau und Funktion pro- und eukaryotischer Zellen</li> <li>▪ Erarbeitung/Planung Versuchsdurchführung und Erstellung einer Arbeitshypothese anhand von Originalpublikationen in englischer Sprache</li> <li>▪ Erstellung von qualitativen und quantitativen experimentellen Daten</li> <li>▪ Vertrautheit mit molekular- und zellbiologischen Methoden zur Modifikation und Analyse von Zellen</li> <li>▪ Steriles Arbeiten und praktischer Umgang mit Zellen</li> <li>▪ Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)</li> <li>▪ Erstellung eines wissenschaftlichen Protokolls (Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion, Zusammenfassung)</li> <li>▪ Präsentation der Ergebnisse im Rahmen eines wissenschaftlichen Vortrags</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pflanzen, Hefen und Bakterien als Modellsysteme der Molekular- und Zellbiologie</li> <li>▪ Heterologe Expression von Fremdproteinen</li> <li>▪ Anwendung von „Gene replacement“ und weiterer Methoden</li> <li>▪ Nachweis/Lokalisation von Zellstrukturen und Proteinen durch Fluoreszenz- und Immunfluoreszenz-Mikroskopie</li> <li>▪ Methoden zur Untersuchung von Protein-Protein, Protein-Liganden Interaktionen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buchanan/Gruissem/Jones: Biochemistry and Molecular Biology of Plants</li> <li>▪ Alberts et al.: Molecular Biology of the Cell</li> <li>▪ Lodish et al.: Molekulare Zellbiologie</li> <li>▪ Karp: Molekulare Zellbiologie</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.</li> </ul>			

## Molecular Structures of Life (BFP6)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Roy Lancaster		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Roy Lancaster Prof. Dr. David Mick	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Molecular Structures of Life	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)</li> <li>▪ Erstellung eines Protokolls in Form einer Kurzpublikation (Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion).</li> <li>▪ Kommunikationskompetenz durch Vorträge und Präsentationen</li> <li>▪ Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit</li> <li>▪ Sprachkompetenz Englisch (ein Teil des Moduls wird in Englisch unterrichtet)</li> <li>▪ Erarbeiten der Grundlagen der heterologen Proteinproduktion</li> <li>▪ Erlernen der Strategien zur Proteinreinigung und zum Proteindesign</li> <li>▪ Vertiefung von Prinzipien der Biokatalyse (Struktur/Aktivität)</li> <li>▪ Erarbeiten der Grundlagen der Proteinkristallisation</li> <li>▪ Erlernen der Strategien zur Strukturbestimmung durch Proteinkristallographie</li> <li>▪ Beurteilungsfähigkeit der Qualität publizierter Strukturen</li> <li>▪ Erlernen von physikalischen Messmethoden an biologischen Systemen.</li> <li>▪ Erlernen der Grundlagen elektrophoretischer Methoden zur Proteinauftrennung und -analyse</li> <li>▪ Beurteilungsfähigkeit von SDS-PAGE Ergebnissen</li> <li>▪ Erlangung eines Grundverständnisses zu chromatographischen Methoden</li> <li>▪ Vertiefung des Verständnisses für Affinitätschromatographie</li> <li>▪ Vertiefung von Aufbau und Funktionen von Antikörpern, inklusive therapeutischem und experimentellem Einsatz</li> <li>▪ Erlangung eines Grundverständnisses zur biotechnologischen Generierung von Antikörpern</li> <li>▪ Erarbeiten der Grundlagen der Antikörpervielfalt</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Heterologe Proteinproduktion</li> <li>▪ Proteinreinigung</li> <li>▪ Proteindesign</li> <li>▪ Proteomics (Massenspektrometrie)</li> <li>▪ Biokatalyse</li> <li>▪ Proteinkristallisation</li> <li>▪ Messung und Prozessierung von Röntgenbeugungsdaten an Proteinkristallen</li> <li>▪ Interpretation von Elektronendichtekarten, atomarer Modellbau und kristallographische Verfeinerung</li> <li>▪ Analyse und Beurteilung der Qualität von Proteinstrukturen</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Probenherstellung und Durchführung von SDS-Polyacrylamidgelelektrophorese (SDS-PAGE)</li> <li>▪ Proteinkonzentrationsbestimmung nach Bradford</li> <li>▪ Affinitätschromatographie zur Aufreinigung von Proteinen aus komplexen Proben</li> <li>▪ Analyse und Beurteilung von Proteinaufreinigungen mittels SDS-PAGE</li> <li>▪ Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) zur Konzentrationsbestimmung von Substanzen in komplexen Proben</li> </ul>
<p>Literatur</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berg, Tymoczko, Stryer: Biochemie</li> <li>▪ Rupp: Biomolecular Crystallography : Principles, Practice, and Application to Structural Biology</li> <li>▪ Alberts et al.: Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie (oder als "student edition": Essential Cell biology)</li> </ul>
<p>Weitere Informationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.</li> </ul>

## Neurophysiology (BFP7)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Uli Müller		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Uli Müller N.N. Physiologie	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Neurophysiology	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kenntnisse im praktischen Umgang mit Methoden und Techniken der Neurophysiologie</li> <li>▪ Kompetenz in der Auswahl, Planung, und Durchführung von Versuchen</li> <li>▪ Kompetenz bei der Gewinnung, Auswertung und Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse</li> <li>▪ Kompetenzen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen in Teamarbeit</li> <li>▪ Kompetenz in Literaturrecherchen und Präsentation von Ergebnissen</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausgewählte Versuche zur Untersuchung grundlegender Prinzipien neuronaler Funktionen Zusammenhang zwischen vegetativen und neuronalen Funktionen</li> <li>▪ Versuche auf systemischer Ebene zu Themenbereichen wie Sinnessysteme, Aufmerksamkeit, Motivation, Lernen, etc.</li> <li>▪ Versuche zu zellulären und molekularen Fragestellungen an Modellsystemen (Zellenlinien, Neuronen)</li> <li>▪ Auswertung und Präsentation der Versuchsergebnisse</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baer M, et al., Neurowissenschaften, Springer</li> <li>▪ Kandel, E et al., Principles of Neural Sciences, McGraw-Hill</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.</li> </ul>			

## Omics & Big Data (BFP8)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich Prof. Dr. Fabian Müller Dr. Martin Hart	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 3 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 8
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> zusätzliche Leistungen	
	<b>Zuordnung</b> Wahlpflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) LS Omics & Big Data	<b>Workload</b> 6 SWS    8 CP	<b>Präsenzzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 150 h	<b>Modulnote</b> 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Herstellung einer genomweiten Sequenzierlibrary</li> <li>▪ Qualitätskontrolle (Fragmentanalyse, Reinheit, Quantifizierung mittels qPCR)</li> <li>▪ Erlernen technischer Prinzipien des Next-Generation-Sequencing (NGS)</li> <li>▪ Verständnis der Prinzipien der Rohdatenprozessierung</li> <li>▪ Prinzipien der Auswertung genomweiter NGS-Daten mittels R</li> <li>▪ Erstellung von Datenmatrices und Abbildungen/Diagrammen</li> <li>▪ Design eines Validierungs-Assays mit differentiellen Datenpunkten (z.B. RT-qPCR)</li> <li>▪ Durchführung einer Validierung/eines diagnostischen Assays</li> <li>▪ Datenauswertung und Vergleich mit NGS-Daten</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>1.Woche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seminar zu Generierung von Omics-Daten</li> <li>▪ Seminar zu technischen Prinzipien des NGS</li> <li>▪ Seminar zur Anwendung von NGS (z.B. Diagnostik)</li> <li>▪ Labor: Herstellung einer Seq-Library im Labor aus zu definierenden Zellkulturmodellen</li> <li>▪ Labor: QC: Fragmentanalyse (Qsep/BioAnalyzer), Quantifizierung mittels qPCR</li> <li>▪ Labor: Vorbereitung der Library für das NGS</li> </ul> <p><u>2.Woche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seminar zu NGS-Rohdatenprozessierung</li> <li>▪ Seminar zu NGS-Analysepipelines</li> <li>▪ Seminar zu exploratorischen und differentiellen Analysen</li> <li>▪ Praxis: Anwendung von Analysepipelines</li> <li>▪ Praxis: Exploratorische und differentielle Datenanalyse</li> <li>▪ Praxis: Datenillustration</li> </ul> <p><u>3.Woche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seminar zu RNA-Biologie</li> <li>▪ Seminar zu RNA-Biologie vs. Pathogenese</li> <li>▪ Seminar zu diagnostischen Methoden</li> <li>▪ Praxis: Auswahl differentieller Datenpunkte</li> <li>▪ Praxis: Design eines Validierungs-Assays (z.B. qPCR-Primer)</li> <li>▪ Praxis: Durchführung Validierungs-Assay (RT-qPCR)</li> <li>▪ Praxis: Datenauswertung und Vergleich mit NGS-Daten</li> </ul>			

## Literatur

- folgt

## Weitere Informationen

- die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.

## Studienabschluss

## ZHMB-Kolloquium

	<b>Modulverantwortlich</b> Studiendekan:in		<b>Lehrende</b> Dozent(inn)en des ZHMB Externe Gastredner	
	<b>Turnus</b> semesterweise	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>SWS</b> -	<b>ECTS-Punkte</b> 2
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Teilnahme	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Fortgeschrittenen Praktikum	<b>Workload</b> - SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 60 h	<b>Selbststudium</b> -	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auseinandersetzung mit Präsentationen neuartiger wissenschaftlicher Daten am Puls aktueller Forschungsthemen im internationalen Kontext.</li> <li>▪ Einbindung in kritische Diskussion der präsentierten Daten und Einordnung in den Kontext aktuellen Wissens.</li> <li>▪ Netzwerk-Erfahrung im internationalen Forschungsumfeld</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teilnahme an Vorträgen externer Redner zu unterschiedlichen Forschungsthemen aus dem Bereich Human- und Molekularbiologie</li> <li>▪ Aktive Teilnahme an Diskussionen und Netzwerkveranstaltungen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ -</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zum Erreichen des Kurszieles müssen 10 Teilnahmen am ZHMB-Kolloquium nachgewiesen werden.</li> </ul>			

## F-Praktikum <sup>(FP)</sup>

	<b>Modulverantwortlich</b> Studiendekan:in		<b>Lehrende</b> Dozent(inn)en des ZHMB	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 8 Wochen	<b>SWS</b> -	<b>ECTS-Punkte</b> 10
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Mündlicher Bericht	
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung LS1+2		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Fortgeschrittenen Praktikum	<b>Workload</b> - SWS	<b>Präsenzzeit</b> 10 CP	<b>SWS</b> 300 h	<b>Selbststudium</b> -
				<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erlernen von selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten</li> <li>▪ Teamarbeit</li> <li>▪ Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der/die Studierende bewirbt sich formlos bei einer Arbeitsgruppe des ZHMB und arbeitet dort an einem mehrwöchigen wissenschaftlichen Projekt als Teil der Arbeitsgruppe.</li> <li>▪ Die fachlichen Inhalte richten sich nach der jeweiligen wissenschaftlichen Ausrichtung der Forschungsgruppe.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ wird individuell fest gelegt</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eine Bewerbung erfolgt formlos bei den Dozenten des ZHMB direkt.</li> <li>▪ Eine Prüfungsanmeldung ist nicht möglich. Die Dozenten sind angehalten, das Prüfungssekretariat über die erfolgreiche Teilnahme Ihres Kandidaten/Ihrer Kandidatin in Kenntnis zu setzen.</li> <li>▪ Der „mündliche Bericht“ erfolgt durch einen Vortrag im Rahmen des AG-Seminars der betreuenden Arbeitsgruppe.</li> </ul>			

## Bachelorarbeit (BACH)

	<b>Modulverantwortlich</b> Studiendekan:in		<b>Lehrende</b> Dozent(inn)en des ZHMB		
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 11 Wochen	<b>SWS</b> -	<b>ECTS-Punkte</b> 16	
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> schriftliche Abschlussarbeit		
	<b>Zuordnung</b> Pflichtveranstaltung		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch oder Englisch		
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Abschlussarbeit b) Seminar zur Bachelorarbeit	<b>Workload</b> - SWS    12 CP	<b>Präsenzzeit</b> 9 Wochen	<b>Selbststudium</b> 2 Wochen	<b>Modulnote</b> 100 %	
	- SWS    4 CP	20 h	100 h	Abschlussarbeit	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erlernen von selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten in einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe unter fachlicher Anleitung</li> <li>▪ Anwendung wissenschaftlicher Methoden auf die Lösung eines vorgegebenen wichtigen wissenschaftlichen Problems innerhalb einer vorgegebenen Zeit</li> <li>▪ Abfassung einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit</li> <li>▪ Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen</li> <li>▪ öffentliche Verteidigung eigener Forschungs-Ergebnisse</li> <li>▪ Spezialisierung auf einem Teilgebiet der Human- und Molekularbiologie</li> </ul>				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der/die Studierende bewirbt sich formlos bei einer Arbeitsgruppe des ZHMB und arbeitet dort an einem wissenschaftlichen Projekt als Teil der Arbeitsgruppe.</li> <li>▪ Die fachlichen Inhalte richten sich nach der jeweiligen wissenschaftlichen Ausrichtung der Forschungsgruppe.</li> <li>▪ Literaturstudium zum gegebenen Thema</li> <li>▪ Selbständige Durchführung von Experimenten</li> <li>▪ Kritische Beurteilung und Diskussion der erhaltenen Resultate</li> <li>▪ Vergleich der Resultate mit dem Stand der Literatur</li> <li>▪ Niederschrift der Abschlussarbeit</li> <li>▪ Vortrag und Diskussion zu allen Aspekten der jeweiligen Bachelorarbeit</li> </ul>				
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ wird individuell fest gelegt</li> </ul>				
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ -</li> </ul>				

## Wahlfächer

(nicht abschließend)

## Bioethik (WF-ET)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Mathias Montenarh		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Mathias Montenarh Prof. Dr. Udo Lehmann Prof. Dr. Dr. Stefan Seckinger	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 1	<b>ECTS-Punkte</b> 2
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Seminarvortrag	
	<b>Zuordnung</b> Wahlfach		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) S Bioethik	<b>Workload</b> 1 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 30 h	<b>Selbststudium</b> 30 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erlangen einer ethischen Grundkompetenz in Bio- und Medizinethik</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ethik, Ethos, Moral, Menschenwürde, Tierethik, Chancen und Risiken der Gentechnik, Stammzellen, Klonen, Genomforschung, Embryonenforschung, Reproduktionsmedizin, Therapeutisches Klonen, Ethik am Lebensende, Ethik und Religion</li> <li>▪ Gesetz zur Regelung der Gentechnik (GenTG), Embryonenschutzgesetz (ESchG), Tierschutzgesetz, Stammzellgesetz (StZG), Transplantationsgesetz (TPG)</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gesetzestexte</li> <li>▪ weitere Aufsätze in Absprache mit den Dozenten</li> </ul>			

## Philosophische Grundlagen der Ethik (WF-PGET)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Mathias Montenarh		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Mathias Montenarh Prof. Dr. Udo Lehmann Prof. Dr. Dr. Stefan Seckinger	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 1	<b>ECTS-Punkte</b> 2
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Seminarvortrag	
	<b>Zuordnung</b> Wahlfach		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) S Philosophische Grundlagen der Ethik	<b>Workload</b> 1 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 30 h	<b>Selbststudium</b> 30 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erlangen einer ethischen Grundkompetenz</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unterscheidung von Ethik, Moral und Gesetz</li> <li>▪ Zum Problem der menschlichen Freiheit</li> <li>▪ Zum Problem der Gerechtigkeit</li> <li>▪ Der kulturelle Kontext von Moral und somit ihre Relativität</li> <li>▪ Teleologie und Deontologie</li> <li>▪ Tugend- und Gesinnungsethik, Verantwortungsethik</li> <li>▪ Theorie: Utilitarismus (Singer etc.)</li> <li>▪ Aufgabe und Arbeit von Ethikinstiuten und Ethikzentren (inklusive Ethikrat, Ethikkommission, KEK)</li> <li>▪ Moralphychologie</li> <li>▪ Ethik im Konflikt: mit dem Gesetz</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufsätze in Absprache mit den Dozenten</li> </ul>			

## Impfstoffe – gestern, heute, morgen (WF-IM)

	<b>Modulverantwortlich</b> PD Dr. Frank Breinig		<b>Lehrende</b> PD Dr. Frank Breinig	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 1	<b>ECTS-Punkte</b> 2
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Seminarvortrag	
	<b>Zuordnung</b> Wahlfach		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) S Impfstoffe – gestern, heute, morgen	<b>Workload</b> 1 SWS    2 CP	<b>Präsenzzeit</b> 15 h	<b>Selbststudium</b> 45 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Überblick über die Entwicklung von Impfstoffen im Kontext historischer und aktueller Methoden</li> <li>▪ Erlangen eines Grundverständnisses über die besonderen Herausforderungen bei Entwicklung, Herstellung, Zulassung und dem Einsatz von Impfstoffen</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Historie der Entwicklung von Impfstoffen</li> <li>▪ Immunologische Grundlagen</li> <li>▪ Warum Impfen? / Akzeptanz von Impfungen / Nebenwirkungen</li> <li>▪ Impfstoffarten / Applikation von Impfstoffen / Kontraindikationen</li> <li>▪ Adjuvantien und Zusatzstoffe</li> <li>▪ Impferfolge / Misserfolge / Mythen</li> <li>▪ Zulassung von Impfstoffen / rechtliche Grundlagen des Impfens in der BRD</li> <li>▪ Anforderungen an einen Impfstoff</li> <li>▪ Entwicklung von Impfstoffen früher, heute, in der Zukunft</li> <li>▪ Es fehlen Impfstoffe gegen...</li> <li>▪ Neuartige „Delivery“-Systeme / Ausblick</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ in Absprache mit dem Betreuer</li> </ul>			

## Immunphysiologie (WF-IMP)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Markus Hoth		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Markus Hoth Dr. Eva Schwarz	
	<b>Turnus</b> Jährlich (WS)	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 2	<b>ECTS-Punkte</b> 3
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Seminarvortrag	
	<b>Zuordnung</b> Wahlfach		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch/Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) S Immunphysiologie	<b>Workload</b> 2 SWS    3 CP	<b>Präsenzzeit</b> 25 h	<b>Selbststudium</b> 65 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eigenständige Literaturarbeit mit Hilfe von Primärliteratur in englischer Sprache</li> <li>▪ Tutor/in unterstützt in der gesamten Vorbereitungszeit (Fachdiskussion, Literatursuche, Schwerpunktsetzung innerhalb eines Themas, Präsentation)</li> <li>▪ Molekulares Verständnis und neue Therapieformen verschiedener Krankheitsbilder</li> <li>▪ Teamarbeit, Vorträge werden bei genügend hoher Teilnehmeranzahl zu zweit gehalten werden</li> <li>▪ Vortragskompetenz</li> <li>▪ Stärkung der Diskussionsfähigkeit</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Semiarthemen: Grundlagen der Immunologie, immunologische Ansätze neuer Forschungsmethoden, Krankheitsbilder - deren molekulare Ursachen und daraus resultierende mögliche Therapieformen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ In Absprache mit Betreuer/in</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorbesprechung und Anmeldung findet gegen Ende des Sommersemesters statt</li> <li>▪ Termin wird bekannt gegeben</li> <li>▪ Anmeldung per Mail an: <a href="mailto:eva.schwarz@uks.eu">eva.schwarz@uks.eu</a></li> </ul>			

## Pharmakologie im Alltag (WF-PHA)

	<b>Modulverantwortlich</b> Jun.-Prof. Dr. Daniela Yildiz		<b>Lehrende</b> Jun.-Prof. Dr. Daniela Yildiz Dr. Andreas Beck	
	<b>Turnus</b> jährlich	<b>Dauer</b> 2 Wochen	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 6
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Seminarvortrag und Protokoll	
	<b>Zuordnung</b> Wahlfach		<b>Unterrichtssprache/n</b> deutsch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Seminar b) Praktikum	<b>Workload</b> 1 SWS 5 SWS	<b>Präsenzzeit</b> 15 h 75 h	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<p><u>Seminar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prinzipien der Pharmakologie und Toxikologie erlernen und wiedergeben können</li> <li>Kenntnis über die wichtigsten Medikamente im Alltag (inklusive Wirkmechanismus z.B. Diabetes und KHK)</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Praktische Anwendung der Seminarthemen</li> <li>Wichtige Techniken pharmakologischer Testungen erlernen, z.B. Bestimmung von Metaboliten mittels Massenspektrometrie</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<p><u>Seminar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Themen zur relevanten Pharmakotherapien: z.B. Diabetes mellitus, Hypertonie, Thrombozytenaggregation, Koagulation/Fibrinolyse, Antibiotika</li> </ul> <p><u>Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmung von Metaboliten in Körperflüssigkeiten</li> <li>Expressionsnachweis von Targets</li> <li>Beispielhafte Techniken: Massenspektrometrie, PCR, Western Blot, Aufreinigung von Blutzellen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wird im Rahmen der Vorbesprechung erläutert</li> </ul>			

## Build A Microscope (WF-BYOM)

	<b>Modulverantwortlich</b> Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata		<b>Lehrende</b> Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata	
	<b>Turnus</b> Jährlich (SS)	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>SWS</b> 6	<b>ECTS-Punkte</b> 6
	<b>Zulassungsvoraussetzungen</b> keine		<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> Mündliche Prüfung, Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Ausarbeitung der Laborprotokolle	
	<b>Zuordnung</b> Wahlfach		<b>Unterrichtssprache/n</b> Deutsch, Englisch	
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) V Build A Microscope b) LS Build A Microscope	<b>Workload</b> 2 SWS    6 CP 4 SWS	<b>Präsenzzeit</b> 30 h 60 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Modulnote</b> unbenotet
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen der Optik</li> <li>▪ Intuitives Verständnis für optische Mikroskopie</li> <li>▪ Direkte Anwendung theoretisch erarbeiteter Kenntnisse in der Praxis</li> <li>▪ Aufbau und Bedienung eines komplexen Gerätes (optisches Mikroskop)</li> <li>▪ Erlernen verschiedener optischer Bildgebungsmethoden</li> <li>▪ Anwendungsmöglichkeiten der optischen Mikroskopie</li> <li>▪ Erstellen von wissenschaftlichen Protokollen</li> <li>▪ Sozialkompetenz und Teamwork durch Arbeit in Kleingruppen</li> <li>▪ Fachbezogene englische Sprachkompetenz</li> </ul>			
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in optische Bildgebung</li> <li>▪ Köhlerbeleuchtung</li> <li>▪ Abbe'sche Theorie der Bildentstehung</li> <li>▪ Kontraststeigerungsverfahren</li> <li>▪ Fluoreszenzmikroskopie</li> <li>▪ Spektren und Filter</li> </ul>			
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ThorLabs Optical Microscopy Course, Course Notes (<a href="https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-CourseNotes.pdf">https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-CourseNotes.pdf</a>).</li> <li>▪ ThorLabs Optical Microscopy Course, Lab Notes (<a href="https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-LabNotes.pdf">https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-LabNotes.pdf</a>).</li> <li>▪ C. Gerhard, Tutorium Optik, Springer Spektrum 2020.</li> </ul>			
<b>Weitere Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Veranstaltung findet im Block an 12 hintereinander folgenden Tagen statt.</li> <li>▪ Vorlesungs- und Praxismaterialien in englischer Sprache. Die oben aufgeführten ThorLabs-Kursmaterialien müssen vor Kursbeginn nicht ausgedruckt oder selbstständig erarbeitet werden.</li> <li>▪ Unterrichtssprache: Englisch, auf Anfrage aller Studierenden: Deutsch</li> </ul>			