UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Bachelor of Science
Human- und Molekularbiologie
Modulhandbuch

Verantwortliche Einrichtung

Zentrum für Human- und Molekularbiologie

Fassung vom

29.10.2026

Auf Grundlage der Studienordnung vom

22.04.2024

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
Compartimentalization & 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
Bioethtik (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)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Bruce Morgan		Lehrende Prof. Dr. Bruce Morgan Dr. Frank Hannemann	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Englisch, Deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Biochemie b) LS Biochemie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

Vorlesung

Die Studierenden sollen:
- die wichtigen Bauelemente biologischer Systeme kennen
- die Prinzipien der enzymatischen Katalyse und deren Regulation verstehen
- Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion von Molekülen verstehen
- Stoffwechselwege des Katabolismus und Anabolismus beherrschen und deren Funktionsweise verstehen

Praktikum

- Erlernen grundlegender Techniken zur Proteincharakterisierung und Proteinanalytik sowie zur Untersuchung von Enzymeigenschaften

Inhalt

Vorlesung

- Synthese und Umwandlung funktioneller Gruppen beherrschen
- Molekulare Bausteine (Aminosäuren, Proteine, Lipide, Kohlenhydrate, …)
- Biochemische Katalyse und Regulation
- Stoffwechsel: Energieumwandlung, Synthese molekularer Bausteine

Praktikum

- Proteine: Elektrophorese, UV/vis-Spektroskopie, Chromatographie, Enzymaktivität

Literatur

- Stryer, L., „Biochemie“ Spektrum Akad. Verlag
- Voet, D. & Voet, J.G., „Biochemie“ , VCH, Weinheim
- Lehninger/Nelson/Cox, „Prinzipien der Biochemie“, Spektrum Akad. Verlag

Bioinformatik & Statistik (BI)

	Modulverantwortlich Jun.-Prof. Dr. Fabian Müller		Lehrende Jun.-Prof. Dr. Fabian Müller Mitarbeiter/innen des Fachs	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Bioinformatik & Statistik b) LS Bioinformatik & Statistik	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der Grundlagen der Biostatistik
- Theoretische Grundlagen der deskriptiven und analytischen Statistik
- Kompetenz in der Anwendung statistischer Methoden bei der Analyse biologischer Daten
- Kompetenz in Grundkonzepten der Programmierung
- Praktische Anwendung statistischer Methoden mit Hilfe selbstgeschriebener Programme
- Praktischer Umgang mit der Erfassung und graphischer Darstellung biologischer Daten

Inhalt

Vorlesung

- Allgemeine Einführung in die angewandte Statistik für Biowissenschaftler
- Grundlagen der deskriptiven und analytischen Statistik
- Grundlagen der Programmierung mit Anwendungen aus der Biostatistik

Übung

- Erfassung, Bearbeitung und Darstellung biologischer Daten
- Auswahl und Anwendung einfacher statistischer Verfahren
- Darstellung und statistische Analyse biologischer Daten
- Einführung in die Programmierung

Literatur

- Köhler W, Schachtel G, Voleske P (2002): Biostatistik - Eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Springer
- Rudolf M, Kuhlisch W (2008) Biostatistik Eine Einführung für Biowissenschaftler Pearson Studium
- Forthofer R N, Lee E S, Hernandez M (2006): Biostatistics – A Guide to Design, Analysis, and Discovery

Weitere Informationen

- integraler Bestandteil des Moduls sind Übungen, die abgegeben und bestanden werden müssen

Biophysik & Strukturbiologie (BP)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Roy Lancaster		Lehrende Prof. Dr. Roy Lancaster Mitarbeiter/innen des Fachs	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Biophysik & Strukturbiologie b) LS Biophysik & Strukturbiologie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der Grundlagen der Biophysik und Strukturbiologie
- Verständnis biophysikalischer und strukturbiologischer Messmethoden
- Selbständige Auswertung der Ergebnisse der Praktikumsversuche
- Erstellung eines Protokolls in Form einer Kurzpublikation (Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion)
- Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit

Inhalt

Vorlesung

- Grundzüge der Bioenergetik
- Molekulare Ww-Kräfte, Wasser und pH-Wert
- Strukturen und Eigenschaften von Proteinen und Nukleinsäuren
- Kooperativität und Allosterie
- Spektroskopie (Grundlagen der Absorption; Aufbau eines UV-VIS Spektralphotometers)
- Weitere spektroskopische Methoden (ORD, CD, IR)
- Membranbiophysik
- Biophysik des Herzens
- Einführung in die Strukturbiologie
- Einführung in die Magnetische Resonanzspektroskopie (ESR, NMR)
- Einführung in die Röntgenstrukturanalyse von Proteinen
- Radioaktive Strahlung: Physikalische Grundlagen /Biologische Wirkungen/Umweltbelastungen

Praktikum

- Kooperativität der Sauerstoffbindung an Hämoglobin
- Kooperativität des Phasenübergangs von DNA
- Proteinkristallisation
- Atomarer Modellbau von Biomakromolekülen
- Analyse von Proteinstrukturen
- Biophysik des Herzens

Literatur

- R. Cotterill: Biophysik – Eine Einführung,1. Auflage (2008)Wiley-VCH
- G. Adam, P. Läuger, G. Stark, Physikalische Chemie und Biophysik, neueste Auflage, Springer
- F. Lottspeich / J. W. Engels: Bioanalytik, neueste Auflage
- Stryer, L., „Biochemie“ Spektrum Akad. Verlag
- R. Winter / F. Noll: Methoden der Biophysikalischen Chemie, neueste Auflage
- B. Rupp: Biomolecular Crystallography: Principles, Practice, and Application to Structural Biology

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)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Sandra Iden		Lehrende Prof. Dr. Sandra Iden Dr. Ann-Kathrin Burkhart	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Entwicklungsbiologie b) LS Entwicklungsbiologie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der allgemeinen Grundlagen der Entwicklungsbiologie
- Theoretische Grundlagen der Embryonalentwicklung von Invertebraten und Vertebraten
- Theoretische Kenntnisse von Methoden der Entwicklungsbiologie
- Verständnis von Entwicklungsmechanismen
- Erkennen von Vor- und Nachteilen der verschiedenen Modellsysteme zur Untersuchung biologischer Prozesse
- Präparation von Geweben früh postnataler Mäuse
- Praktische Untersuchung verschiedener Gewebe und Erlernen entwicklungsbiologischer Methoden
- Erstellung eines Praktikumsprotokolls
- Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit

Inhalt

Vorlesung

- Ursprünge und Fragestellungen der Entwicklungsbiologie
- Methoden der Entwicklungsbiologie
- Embryonalentwicklung wichtiger Modellorganismen
- Determinanten und Morphogene
- Induktionsprozesse und Signalzentren
- Segmentierung
- Gastrulation
- Neurulation
- Homeotische Gene

Praktikum

- Basistechniken zur Analyse von Säugetiergeweben
- Experimente zu verschiedenartigen Themen der Entwicklungsbiologie
- Präparation und Beschreibung verschiedener Entwicklungsstadien am Beispiel der Maus

Literatur

- Scott F. Gilbert, Developmental Biology, 10th ed., Sinauer
- Lewis Wolpert & Cherryl Tickle, Principles of Development, 4th ed., OUP
- J.M.W. Slack, Essential Developmental Biology, 3rd ed., Wiley-Blackwell
- Müller & Hassel, Entwicklungsbiologie und Reproduktionsbiologie, 5.Auflage, Springer Spekt.

Weitere Informationen

- integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen

Genetik (GE)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich		Lehrende Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich Dr. Sascha Tierling Dr. Konstantin Lepikhov	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch/Englisch	
Lehrveranstaltungen a) V Genetik b) LS Genetik	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 40 h	Selbststudium 90 h 20 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

<u>Vorlesung</u>

- Einführung in grundlegende Mechanismen der Formalgenetik
- Einführung in die Molekulargenetik: Entstehung und Reparatur von Mutationen, Prinzipien der Replikation und Rekombination, grundlegende Mechanismen der Genregulation
- Erlernen genetischer Grund-Prinzipien und der genetischen Terminologie
- Erlernen theoretischer Grundlagen der Molekularen Genetik
- Konzeptionelles Grundverständnis epigenetischer Genregulation

<u>Praktikum</u>

- Anwendung theoretisch erlernter genetischer Prinzipien in praktischem Arbeiten (genetische Kartierung)
- Einführung in praktische Arbeiten mit Nukleinsäuren
- Protokollerstellung für einen mehrtägigen Versuchsablauf einschließlich Diskussion
- Erarbeiten molekulargenetischer Grundtechniken und wissenschaftlicher Grundkenntnisse
- Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit
- Sprachkompetenz Englisch (ein Teil des Moduls wird in Englisch unterrichtet)
- Kommunikationskompetenz durch Präsentation und Diskussion der Ergebnisse

Inhalt

<u>Vorlesung</u>

- Einführung in die Grundlagen und Terminologie der Genetik
- Prinzipien genetischer Vererbung (Klassische/Formal-Genetik)
- Aufbau, Struktur und Replikation der DNA
- Einführung in Zytogenetik, Chromosomen und Chromatin Struktur
- Realisierung des genetischen Codes: Transkription und Translation
- Grundprinzipien der Reparatur und Rekombination
- Einführung in Prinzipien der Genregulation und Epigenetik
- Einführung in die Populationsgenetik
- Einführung in die Genomstruktur und genetische Kartierung
- Beispiele humangenetischer Erkrankungen und Analysemethoden

	Praktikum ▪ Plasmidpräparation, Restriktionsanalyse, Ligation, Transformation, PCR und elektrophoretische Auftrennung, Herstellen und Testen (Restriktionsanalysen) rekombinanter Plasmide ▪ Mikrosatelliten Analysen um Allelverteilungen im genomischer DNA von Mäusen zu bestimmen, Auswertung von Gelen und Erfassung der Daten in Excel ▪ Vertiefung und Erarbeitung von Hintergrundwissen zu den praktischen experimentellen Fragestellungen (Herstellung rekombinanter Plasmide, Transformation, PCR-design, u.a.) ▪ 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
Literatur	▪ Nordheim/Knippers „Molekulare Genetik“, 11., unveränderte Auflage 2018, 568 S. , 620 Abb. ISBN: 9783132426375 ▪ Graw / Hennig Genetik 6. überarbeitete und aktualisierte Auflage 2015, ISBN: 978-3-662-44816-8 Verlag: Springer
Weitere Informationen	▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen

Histologie & Anatomie (HI)

	Modulverantwortlich Dr. Eva Steinmetz		Lehrende Dr. Eva Steinmetz Dr. Susanne Meuser Mitarbeiter/innen des Fachs	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Histologie & Anatomie b) LS Histologie & Anatomie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der Grundlagen der Histologie und Anatomie des Menschen
- Theoretische Grundlagen der allgemeinen Histologie
- Theoretische Grundlagen der speziellen Histologie und Anatomie
- Verständnis der menschlichen Anatomie unter evolutionsbiologischen Aspekten
- Anfertigen histologischer Präparate, Mikroskopieren und wissenschaftliches Zeichnen
- Erwerb diagnostischer Kompetenzen

Inhalt

Vorlesung

- Allgemeine Histologie: Gewebetypen (Epithelgewebe, Binde- und Stützgewebe, Muskelgewebe, Nervengewebe, Blut)
- Spezielle Histologie und Anatomie: Integument, Gastrointestinaltrakt, Exkretionsorgane, Auge, Fortpflanzungorgane
- Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere: Skelet-, Kreislauf-, Verdauungs-, Respirations-, Exkretions-, Reproduktions- und Nervensysteme

Praktikum

- Anfertigen, Mikroskopieren und Zeichnen histologischer Präparate
- Arbeiten an anatomischen Modellen

Literatur

- Welsch U.: "Sobotta – Lehrbuch Histologie", Elsevier, München

Weitere Informationen

- integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen

Humanphysiologie (HP)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Fabian Erdel		Lehrende Prof. Dr. Fabian Erdel Dr. Janine Becking Mitarbeiter/innen des Fachs	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Humanphysiologie b) LS Humanphysiologie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Grundlegendes Verständnis der menschlichen physiologischen Funktionen.
- Grundlegende Kenntnisse der Regulation, Interaktion, Funktion und Fehlfunktion neuronaler und vegetativer Funktionen.
- Erlernen praktischer Verfahren und Techniken zur Analyse vegetativer und neuronaler Funktionen.
- Kompetenzen im Umgang mit Messgeräten, computerunterstützter Erwerb, Verarbeitung und Auswertung von Daten.
- Kompetenzen bei der Präsentation der Ergebnisse

Inhalt

Vorlesung

- Aufbau, Struktur, Funktion und Fehlfunktionen menschlicher Organsysteme: Herz, Kreislauf, Gasstoffwechsel, Exkretion, Bewegungssystem, Energiehaushalt und Homöostase, gastrointestinale Prozesse, Hormone, Sinnesorgane und Gehirn.

Praktikum

- Techniken und Methoden zur Analyse vegetativer und neuronaler Funktionen.
- Versuche zur Funktion menschlicher Organe und Sinnessysteme, Präsentation
- Für die Schule relevante Versuche zu ausgewählten Beispielen (Muskel, Sinnesorgane, Atmung, Kreislauf etc.)

Literatur

- Schmidt R F, Thews G: Physiologie des Menschen , Springer, Berlin
- Silverthorn D U: Physiologie, Pearson Studium, München

Weitere Informationen

- integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen

Mikrobiologie (MI)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Karin Römisch		Lehrende Prof. Dr. Karin Römisch Dr. Mark Lommel	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Mikrobiologie b) LS Mikrobiologie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der Mikrobiologischen Grundlagen
- Kenntnisse über den Aufbau (Chemie) und Funktion der pro- und eukaryontischen Zelle
- Kenntnisse der zentralen Stoffwechselwege
- Grundlagen der Ernährung und des Wachstums von Mikroorganismen
- Kenntnisse über die systematische und phylogenetische Einordnung von Mikroorganismen
- Steriles Arbeiten und sichere Handhabung von Mikroorganismen
- Isolierung und Identifizierung von Mikroorganismen (physiologisch und morphologisch)
- Methoden des mikrobiellen Wachstums
- Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)
- Erstellung eines Protokolls (Einleitung, Ergebnisse + Diskussion)
- Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren
- Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit

Inhalt

<u>Vorlesung</u>

- Geschichte der Mikrobiologie
- mikrobielle Zellstruktur & -funktion
- mikrobielle Ernährung & Metabolismus
- mikrobielles Wachstum & dessen Kontrolle
- Bakterien- & Hefegenetik
- Evolution & Systematik der Mikroben
- Mikrobielle Genomik
- Mikroorganismen in Industrie & Forschung

<u>Praktikum</u>

- Anreicherung und Wachstum von Bakterien und Pilzen
- mikrobiologische Arbeitstechniken
- Physiologie von Bakterien und Pilzen
- Mikroskopie und Färbungen/ Morphologie von Bakterien und Pilzen

Literatur

- Brock: Biology of Microorganisms (Prentice Hall) (Deutsch von Pearson)
- Fuchs (Schlegel): Allgemeine Mikrobiologie (Thieme)
- Alberts: The Cell
- Madhani: From a to alpha - Yeast as a model for cellular differentiation
- Cypionka: Grundlagen der Mikrobiologie (Springer)
- Steinbüchel et al.: Mikrobiologisches Praktikum (Springer)
- Kerner: Das grosse Kosmosbuch der Mikroskopie (Kosmos)

Weitere Informationen

- integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen

Molekulare Pflanzenbiologie (PB)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Katrin Philippar		Lehrende Prof. Dr. Katrin Philippar Dr. Jens Neunzig	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur, praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Molekulare Pflanzenbiologie b) LS Molekulare Pflanzenbiologie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der Grundlagen der Molekularen Botanik und Pflanzenphysiologie
- Besonderheiten der pflanzlichen Physiologie bezüglich Evolution, Anatomie, Lebensweise und Umweltsituation von Pflanzen
- Verständnis der Rolle von Pflanzen in Gesellschaft und Umwelt im Hinblick auf besondere physiologische Leistungen von Pflanzen
- Molekular-physiologische Basistechniken an Pflanzenteilen und intakten Organismen
- Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten/Laborumgang
- Mikroskopie, digitale Darstellung und Beschriftung von Abbildungen
- Präsentiertechniken mündlich/schriftlich, Verfassung von Versuchsprotokollen, Kritikfähigkeit, Teamarbeit

Inhalt

Vorlesung

- Grundlagen der pflanzlichen Anatomie (Wurzel, Spross, Blatt) im Hinblick auf ihre physiologische Funktion in Kormophyten
- Grundlagen der pflanzlichen Evolution und Systematik: Algen, Moose, Samenpflanzen
- Wasserhaushalt, Transport (insbesondere Wasseraufnahme und Wassertransport, Langstreckentransport, Transpiration, Regulation der Wasseraufnahme und -abgabe, Osmose, Wasserpotential)
- Stoffklassen - Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, Nukleinsäuren
- Grundzüge der Stoffwechselphysiologie (z.B. zentrale Stoffwechselwege Katabolismus und Anabolismus, Regulation Stoffwechselwege und Enzyme)
- 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)
- pflanzenspezifischer Stoffwechsel (z.B. Stärke und Saccharosesynthese, Zellwand/Zellulosesynthese, Zuckerspeicherung und -transport, Lipidstoffwechsel)
- 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)
- Membrantransport über Kanäle, Carrier, Transporter allgemein und im Fokus auf Pflanzen

	▪ Entwicklung (Samenbildung/Embryonalentwicklung, Blatt- und Blütenbildung, Meristemaktivität, Differenzierung und Morphogenese) ▪ Pflanzenhormone (Definition, Wirkung, Synthese, Nutzung, Auxine, Cytokinine, Gibberellinsäure, Abscisinsäure, Ethylen) ▪ Pflanzliche Photorezeptoren, Photomorphogenese ▪ Gentechnisch veränderte Pflanzen (*in vitro* Kultur von Pflanzen, Regeneration von Pflanzen aus einzelnen Zellen, Methoden der Pflanzentransformation, *Agrobacterium tumefaciens*) <u>Praktikum</u> ▪ Experimente zu verschiedenartigen Themen der molekularen Botanik und molekularen Pflanzenphysiologie (z.B. PCR-Genotypisierung, Promoter/Reportergen Analyse, (Fluoreszenz)-Mikroskopie, Photosynthese, Entwicklung, Hormone, Membrantransport) ▪ Physiologische und molekulare Basistechniken (z.B. Pflanzenanzuchtmethoden, physiologische Behandlung, physikalische, biochemische, genetische und zell/molekularbiologische Analysen, statistische Auswertung)
Literatur	▪ Taiz, Zeiger: "Plant Physiology and Development" (empfohlen) ▪ Campbell und/oder Purves: Biologie ▪ Schopfer/Brennicke: Pflanzenphysiologie ▪ Nabors und/oder Nover/Weiler: Botanik ▪ Wanner: Mikroskopisch-Botanisches Praktikum ▪ Stryer und/oder Müller-Esterl: Biochemie
Weitere Informationen	▪ Integraler Bestandteil des Moduls sind mündliche oder schriftliche Versuchsberichte, die bestanden werden müssen.

Physikalische Chemie (PC)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Dora Tang		Lehrende Prof. Dr. Dora Tang Mitarbeiter/innen des Fachs	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Englisch, Deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Physikalische Chemie b) LS Physikalische Chemie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der Grundprinzipien der physikalischen Chemie
- Verständnis für analytische Messmethoden
- Durchführung und Auswertung von praktischen Versuchen und deren Ergebnisse

Inhalt

Vorlesung
- Materie und Energie
- Thermodynamik
- Chemische Gleichgewichte
- Kinetik

Praktikum
- Enzymkinetik
- Berechnung von Konzentrationen
- Serienverdünnungen
- Kalibrierkurven
- kinetische Messungen
- Analyse

Literatur

- Atkins, P, Ratcliffe, G, Wormald, M, de Paula J, "Physical Chemistry for Life scientists"

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

Zellbiologie (ZB)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Kathrin Ulrich		Lehrende Prof. Dr. Kathrin Ulrich PD Dr. Frank Breinig	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Zellbiologie b) LS Zellbiologie	Workload 4 SWS 5 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote 100 % Klausur

Lernziele / Kompetenzen

- Genaue Kenntnis über Aufbau und Funktion von Zellen
- Einsatz von molekular- und zellbiologischen Methoden zur Analyse von Zellen
- Praktischer Umgang mit Zellen
- Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)
- Präsentation eines Kurzvortrags zu einem zellbiologischen Thema
- Fähigkeit zu Teamwork und Kleingruppenarbeit
- Verbesserung der Sprachkompetenz (Teile der Begleitliteratur sind in Englisch)

Inhalt

Vorlesung

- Aufbau und Funktion der Eukaryontenzelle
- Mikroskopie von Zellen (Licht- & Fluoreszenz-Mikroskopie; Elektronen-Mikroskopie)
- Zellteilung, Zellzyklus und Zellzykluskontrolle
- Primärer Informationsfluss in Pro- und Eukaryonten
- RNAi: Grundlagen und Anwendungen
- Struktur und Funktion von DNA, DNA-Topoisomerasen, DNA-Bindeproteinen und Histonen
- DNA-Schäden und zelluläre DNA-Reparatur
- RNA-Polymerasen und Transkription
- Zelluläre Kontrollebenen der eukaryonten Genexpression
- Programmierter Zelltod (Apoptose)
- Cytoskelett: Komponenten, Dynamik und Funktion
- Extrazelluläre Matrix: Aufbau, Abbau und Funktionen
- Aufbau von Biomembranen und Dynamik von Membran-Lipiden und -Proteinen
- Membrantransport: Pumpen, Carrier und Kanäle
- Zellkommunikation, Signalübertragung und Rezeptoren
- Organellen und vesikulärer Transport (t- und v-SNARES)
- Posttranslationale Proteinmodifikationen (GPI-Anker, Protein-O- und N-Glykosylierung etc.)
- Intrazelluläres Protein-Targeting, Protein-Sekretion und -Abbau; Ubiquitin/Proteasom-System

Praktikum

- Methoden zur Bestimmung von Zellzahl und Zellgröße
- Nachweis/Lokalisation von Zellstrukturen durch Fluoreszenz- und Immunfluoreszenz-Mikroskopie
- Analyse des mitochondrialen und peroxisomalen Protein-Targetings

	▪ Transkriptionsregulation am Beispiel einer induzierten Präprotoxin-Expression in Hefezellen
Literatur	▪ Alberts et al., Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie, Wiley-VCH ▪ Lodish et al., Molekulare Zellbiologie, Spektrum Akademischer Verlag ▪ Cooper & Hausman, The Cell - A Molecular Approach, ASM Press ▪ Karp, Molekulare Zellbiologie, Springer Verlag
Weitere Informationen	▪ integraler Bestandteil des Moduls sind Protokolle, die abgegeben und bestanden werden müssen

Labormethodik (LM)

	Modulverantwortlich Studiendekan:in		Lehrende Wissenschaftliche Mitarbeiter des ZHMB	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 6
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch	
Lehrveranstaltungen a) LS Labormethodik I b) LS Labormethodik II	Workload 2 SWS 3 CP 2 SWS 3 CP	Präsenzzeit 40 h 40 h	Selbststudium 50 h 50 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen

- Grundlegende Arbeitstechniken der Molekularbiologie
- Auswertung und graphische Darstellung von wissenschaftlichen Daten

Inhalt

Labormethodik I:

- Einführung Mikroskopie
- Korrektes Nutzen von Pipetten
- Herstellen einer Verdünnungsreihe
- Zentrifugieren
- Einführung in die Photometrie
- Restriktionsverdau & Elektrophorese
- Steriles Arbeiten
- Sicheres Arbeiten im Labor / Sicherheitseinweisung
- Ansetzen von Lösungen
- Rechnen im Laboralltag (pH-Wert, Konzentrationen, Verdünnungsreihen, …)
- Allgemeine Methodik

Labormethodik II:

- Word (automatische Beschriftung, Inhaltsverzeichnis, Grundlagen Textlayout, Formatvorlagen)
- Excel (angewandte Tabellenkalkulationen und graphische Darstellungen)
- Powerpoint (Präsentationen, Abbildungen)
- Origin
- Sequenzauswertung
- Datenbanken
- Vorstellung alternativer Textverarbeitung- und Graphik-Programme (Adobe Illustrator, GraphPadPrism, Affinity Designer, LaTex, GimP, InkScape, Biorender)

Literatur

- -

Weitere Informationen

- -

Grundkurse – nicht-biologisch

Chemie - Anorganik (AC)

	Modulverantwortlich Dr. Andreas Rammo		Lehrende Dr. Andreas Rammo	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 5	ECTS-Punkte 6
	Zulassungsvoraussetzungen V: keine P: bestandene Klausur zu V		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur zu Vorlesung Klausur zu Praktikum	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Allgemeine Chemie mit Ü (1. Hälfte des Semesters) b) P AC für Nebenfach	Workload 3 SWS 4 CP 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 45 h 45 h	Selbststudium 75 h 15 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen

<u>Vorlesung</u>

- Entwicklung des Verständnisses für chemische, physikalische und mathematische Grundlagen der Chemie
- Grundlagen zu:
  - Atommodelle
  - Chemische Bindung und Molekülstrukturen
  - Chemisches Gleichgewicht
  - Redox- und Elektrochemie
  - Säure-Base-Reaktionen
  - Löslichkeitsprodukt
  - Anwendung der Mathematik in der Chemie
  - Thermodynamik, Kinetik, Energieumsatz, Quantenchemie

<u>Praktikum</u>

- Vertiefung der Vorlesungsinhalte in Anorganischer Chemie anhand ausgewählter Versuche
- Umsetzung von Versuchsvorgaben in die Praxis unter Einhaltung der Sicherheitsvorgaben
- Erlernen eines verantwortlichen und „gefahrenlosen" Umgang mit Chemikalien
- Kennen lernen von Praktikumstechniken und -begriffen in einem chem. Laboratorium
- Führen eines Laborjournals (Versuchsvorgaben, Durchführung, Beobachtung und Auswertung)
- Fähigkeit zu Teamwork und Kleingruppenarbeit

Inhalt

<u>Vorlesung</u>

- Einführung in die Chemie
- Klassifizierung der Stoffe (Elemente, Verbindung, Gemische)
- Chemische Grundgesetze (Erhaltung der Masse, konstante und multiple Proportionen, Gasgesetze, etc.)
- Atomhypothese und Avogadrosche Molekülhypothese
- Aufbau der Atome, Kern und Hülle, Isotope, Bohrsches und Rutherford Atommodell, Wasserstoffspektrum, Heisenbergsche Unschärferelation, Frank-Hertz-Versuch, de Broglie-Beziehung
- Absolute und relative Atommassen, Element- und Atomsymbole
- Das Mol, molare Masse, relative Molekül- und Formelmasse, SI-Einheiten
- Aggregatzustände, ideale Gase und Gasgesetze, Osmose

	▪ 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 <u>Praktikum</u> ▪ 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 Redoxtitrationen ▪ 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)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Uli Kazmaier		Lehrende Prof. Dr. Uli Kazmaier Dr. Andreas Rammo Dr. Angelika Ullrich	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 6
	Zulassungsvoraussetzungen V: keine P: bestandene Klausur zu V		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur zu Vorlesung Klausur zu Praktikum	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V und Organische Chemie für Studierende mit Nebenfach Chemie (2. Hälfte des Semesters) b) P OC für Biologen	Workload 2 SWS 3 CP 2 SWS 3 CP	Präsenzzeit 30 h 30 h	Selbststudium 60 h 60 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen:

- die Grundlagen der Organischen Chemie kennenlernen
- Herstellung, Eigenschaften und Reaktionen der verschiedenen Substanzklassen beherrschen
- Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie verstehen und anwenden
- die Nomenklatur organischer Verbindungen erlernen.
- Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)
- Erstellung eines wissenschaftlichen Protokolls
- Fähigkeit zu Teamwork (Praktikum in Zweiergruppen)

Inhalt

Vorlesung

- Geschichtliche Einführung zur Organischen Chemie
- Das Element Kohlenstoff und seine Sonderstellung im Periodensystem
- Hybridisierungen
- Funktionelle Gruppen
- Gewinnung und Synthese von chemischen Verbindungen
- Grundbegriffe, Formelschreibweise und Definitionen zu chemischen Reaktionen
- Kohlenwasserstoffe, Alkane, Alkene, Alkine
- Arene und deren Reaktionen
- Zweitsubstitution bei Arenen, mesomere und induktive Effekte von Substituenten
- Chiralität, Sequenzregel nach Cahn, Prelog und Ingold
- Chemische Reaktionen, Redoxreaktionen, nukleophile Substitutionen, Additionsreaktionen an Mehrfachbindungen, Eliminierungsreaktionen, Additions-Eliminierungsreaktion
- Organische Stoffklassen, z.B. Alkylhalogenide, Alkohole, Aldehyde, Carbonsäuren und -derivate, Amine, Aminosäuren, Nucleinsäuren und DNA, Mono-, Di- und Polysaccharide, einfache Polymere

Praktikum

- Durchführung vorwiegend einstufiger Präparate aus den Themengebieten:

	▪ 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)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Michael Bildhauer		Lehrende Mitarbeiter/innen des Fachs	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 3	ECTS-Punkte 4
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V, Ü Mathematik für Studierende der Biologie und des Lehramts Chemie	Workload 3 SWS 4 CP	Präsenzzeit 45 h	Selbststudium 75 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen:

- lineare Gleichungssysteme bearbeiten können,
- Eigenwerte und Determinanten von quadratischen Matrizen berechnen können,
- grundlegende Begriffe und elementare Techniken der Analysis in einer Veränderlichen kennen und die Fähigkeit haben, diese zum Lösen elementarer Probleme einzusetzen

Inhalt

Vorlesung

- Reelle und komplexe Zahlen,
- Lösen linearer Gleichungssysteme,
- Matrizen, Determinanten, Eigenwertprobleme,
- Konvergenz von Folgen und Reihen,
- Funktionen, Stetigkeit, Grenzwertbildung,
- Differenzierbarkeit, Berechnung lokaler Extrema,
- Stammfunktionen und Integration,
- Elementare Differentialgleichungen (optional)

Übungen

- Bearbeiten von Übungsbeispielen und Übungsaufgaben zum jeweiligen Stoff der Vorlesung
- Gelegentliche Ergänzungen zur Vorlesung

Weitere Informationen

- Anmeldung zu den Übungen i.d.R. in der ersten Vorlesung

Physik (PH)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata		Lehrende Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata Mitarbeiter/innen des Fachs	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 7
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Klausur; praktische Arbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch	
Lehrveranstaltungen a) V Physik b) Ü Physik c) LS Physik	Workload 3 SWS 5 CP 1 SWS 2 SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h 45 h	Selbststudium 90 h 15 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen

- sicheres und strukturiertes Wissen zu den unten genannten physikalischen Themenbereichen erwerben
- Kenntnis von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden nachweisen
- Fähigkeit zur Anwendung und quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme erwerben
- Anwendung mathematischer Formalismen zur Lösung (bio-) physikalischer Problemstellungen üben
- Erfahrungen im selbständigen Experimentieren, Messplanung, Datenaufnahme, Auswertung, Fehlerbehandlung, Protokollierung, Diskussion sammeln

Inhalt

Vorlesung

- Physikalische Grundlagen: Atome und Moleküle, Elektrizität, Magnetismus, Optik, Mechanik, Schwingungen und Wellen, Wärmelehre, wichtige physikalische Grundgrößen, Maßeinheiten und Gesetze.
- Atome und Moleküle: Aufbau eines Atoms, atomarer Zerfall, Bindungen
- Elektrizität: Elektrostatik, elektrische Signale, Schaltbilder
- Magnetismus: Magnetostatik, Elektromagnetismus, Induktion
- Optik: Teilchen- und Welleneigenschaften des Lichts, Lichtinteraktion mit Materie, geometrische Optik, Mikroskopie
- Mechanik: Newtonsche Mechanik, Dynamik, Stoßgesetze, Gravitation, ideale Flüssigkeiten
- Schwingungen und Wellen: Akustik, Klassifikation von Wellen, Polarisation
- Wärmelehre: Ideales Gas, Gleichgewicht / Nichtgleichgewicht, Phasenübergänge, Entropie, reale Gase
- Der Bezug der oben genannten Teilgebiete zu biologischen Systemen

Praktikum

- Einführung in die Fehlerrechnung (systematische und statistische Fehler, Fehlerfortpflanzung)
- Mechanik (z.B. Akustik, Mechanik der Flüssigkeiten)
- Wärmelehre (z.B. Spezifische Wärmekapazität, Phasenumwandlungen)
- Elektrizitätslehre (z.B. Gleich- und Wechselströme)
- Optik (z.B. Geometrische Optik, Photometrische Analyse)

	▪ Radioaktivität (z.B. Nachweis von Strahlung, Absorption von Stahlung, Umweltradioaktivität)
Literatur	▪ O. Fritsche, „Physik für Biologen und Mediziner“, Springer, Berlin, 2013 ▪ P. Nelson, „Biological Physics“, WH Freeman, 2013. ▪ D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Halliday Physik", Wiley-VCH, Berlin, 2007 ▪ W. Schenk et al., „Physikalisches Praktikum“, Springer Spektrum, Wiesbaden, 2013
Weitere Informationen	▪ -

Reading Courses

Reading Course Infektionsbiologie (RC1)

	Modulverantwortlich Studiendekan/in		Lehrende Mitarbeiter/innen der Fächer	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 2	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Mündliche Prüfung	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) RC Infektionsbiologie	Workload 2 SWS 8 CP	Präsenzzeit 30 h	Selbststudium 210 h	Modulnote 100 % mündliche Prüfung

Lernziele / Kompetenzen	▪ Vertiefendes Verständnis der Grundlagen von Mikrobiologie, Immunologie sowie Zellbiologie ▪ Kenntnisse über Aufbau und Funktion von Viren ▪ Vertiefende Kenntnis des menschlichen Immunsystems ▪ Ausgewählte Beispiele viraler, bakterieller, eukaryontischer und fungaler Erreger ▪ Diskussion wissenschaftlicher Fragestellungen und Erklärung komplexer Konzepte mit anderen Studierenden und Lehrenden. ▪ Vereinfachte Darstellung komplizierter Sachthemen und Herausarbeitung ihrer Kernaussagen. ▪ Erlangung fundierten wissenschaftlichen Fachwissens durch selbstverantwortliches Lernen mit einem Lehrbuch und/oder Primärliteratur. Identifizierung individueller Defizite und unterstützte Aufarbeitung. ▪ Gegebenenfalls kritische Bewertung aktueller Forschungsdaten.
Inhalt	▪ 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. ▪ Die Studierenden können dabei aus einem breiten Angebot von Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen wählen. ▪ Das Modul schließt mit einer mündlichen Prüfung von 20 min ab.
Literatur	▪ Brock: Biology of Microorganisms ▪ Modrow: Molecular Virology ▪ Fuchs/Schlegel: Allgemeine Mikrobiologie ▪ Janeway: Immunologie
Weitere Informationen	

Reading Course Molekularbiologie (RC2)

	Modulverantwortlich Studiendekan/in		Lehrende Mitarbeiter/innen der Fächer	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 2	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Mündliche Prüfung	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) RC Molekularbiologie	Workload 2 SWS 8 CP	Präsenzzeit 30 h	Selbststudium 210 h	Modulnote 100 % mündliche Prüfung

Lernziele / Kompetenzen	▪ Vertiefendes Verständnis der Struktur und Funktion zentraler biologischer Moleküle (Lipide, Fette, Kohlenhydrate, Metabolite, Hormone,...) ▪ Verständnis der molekulare Zusammensetzung, Biogenese und Funktion subzellulärer Organelle und ihre dynamische Regulation. ▪ Vertiefendes Verständnis der Zellspezialisierung in komplexen Geweben. ▪ Diskussion wissenschaftlicher Fragestellungen und Erklärung komplexer Konzepte mit anderen Studierenden und Lehrenden. ▪ Vereinfachte Darstellung komplizierter Sachthemen und Herausarbeitung ihrer Kernaussagen. ▪ Erlangung fundierten wissenschaftlichen Fachwissens durch selbstverantwortliches Lernen mit einem Lehrbuch und/oder Primärliteratur. Identifizierung individueller Defizite und unterstützte Aufarbeitung. ▪ Gegebenenfalls kritische Bewertung aktueller Forschungsdaten.
Inhalt	▪ 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. ▪ Die Studierenden können dabei aus einem breiten Angebot von Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen wählen. ▪ Das Modul schließt mit einer mündlichen Prüfung von 20 min ab.
Literatur	▪ Stryer: Biochemie ▪ Alberts: Molecular Biology of the Cell ▪ Pollard & Earnshaw: Cell Biology ▪ Rupp: Biomolecular Crystallography ▪ Watson: Molecular Biology of the Gene ▪ Voit: A First Course in Systems Biology
Weitere Informationen	

Reading Course Systemphysiologie (RC3)

	Modulverantwortlich Studiendekan/in		Lehrende Mitarbeiter/innen der Fächer	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 2	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Mündliche Prüfung	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) RC Systemphysiologie	Workload 2 SWS 8 CP	Präsenzzeit 30 h	Selbststudium 210 h	Modulnote 100 % mündliche Prüfung

Lernziele / Kompetenzen	▪ Vertiefendes Verständnis der Grundlagen von physiologischen Zusammenhängen in unterschiedlichen Modellsystemen ▪ Erlernen von physiologischen Konzepten und systemischen Zusammenhängen anhand vertiefender Beispiele ▪ Diskussion wissenschaftlicher Fragestellungen und Erklärung komplexer Konzepte mit anderen Studierenden und Lehrenden. ▪ Vereinfachte Darstellung komplizierter Sachthemen und Herausarbeitung ihrer Kernaussagen. ▪ Erlangung fundierten wissenschaftlichen Fachwissens durch selbstverantwortliches Lernen mit einem Lehrbuch und/oder Primärliteratur. Identifizierung individueller Defizite und unterstützte Aufarbeitung. ▪ Gegebenenfalls kritische Bewertung aktueller Forschungsdaten.
Inhalt	▪ 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. ▪ Die Studierenden können dabei aus einem breiten Angebot von Seminaren mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen wählen. ▪ Das Modul schließt mit einer mündlichen Prüfung von 20 min ab.
Literatur	▪ Buchanan/Gruissem/Jones: Biochemistry & Molecular Biology of Plants ▪ Penzlin: Tierphysiologie ▪ Aktories: Pharmakologie und Toxikologie ▪ Guyton & Hall: Medical Physiology
Weitere Informationen	

Betreute Forschungspraktika

Biochemistry & Metabolism (BFP1)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Bruce Morgan		Lehrende Prof. Dr. Bruce Morgan Prof. Dr. Leticia Prates Roma	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Biochemistry & Metabolism	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)

Lernziele / Kompetenzen

- Lernen, wie man effektiv Versuchshypothesen aufstellt und prüft
- Erfahrungen mit der Erstellung von Versuchsplänen zu sammeln
- Praktische Erfahrung in der Verwendung von Hefe- und Säugetierzellkulturen als experimentelle Systeme.
- Vertiefung des Verständnisses des grundlegenden zellulären Stoffwechsels und seiner Bedeutung für die Pathophysiologie

Einen Überblick über den Einsatz pharamkologischer Interventionen zur Modulation des Stoffwechsels und zur Behandlung von Stoffwechselkrankheiten zu gewinnen.

- Verbesserung der Sprachkompetenz (Teile der Begleitliteratur sind in Englisch)

Inhalt

- Verwendung von Hefe- und Säugetierzellmodellen zur Untersuchung des Grundstoffwechsels
- Zell- und Tiermodelle für die Untersuchung von Stoffwechselkrankheiten
- Stoffwechsel von Hefe- und Säugetierzellen.
- Molekulare Grundlagen von Stoffwechselkrankheiten
- Geschlechtsspezifische Unterschiede bei Stoffwechselkrankheiten
- Integration des Stoffwechsels und Kommunikation zwischen den Organen
- Pharmakologie von Stoffwechselkrankheiten

Literatur

- Originalveröffentlichungen und Übersichtsartikel, die vor dem Praktikum verteilt werden.
- Stryer: Biochemie
- Boron & Boulpaep: Concise Medical Physiology

Weitere Informationen

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

Cell Free Biology (BFP2)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Dora Tang		Lehrende Prof. Dr. Dora Tang Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Cell Free Biology	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)

Lernziele / Kompetenzen	▪ Einführung in Bottom-up-Ansätze ▪ Formulierung und Diskussion einer Forschungsfrage ▪ Planung und Durchführung von Experimenten auf der Grundlage des Forschungsziels ▪ Auswertung und Interpretation der Daten ▪ Anforderung und Durchführung von Kontrollexperimenten ▪ Erwerb grundlegender Laborfertigkeiten für die zellfreie Biologie ▪ Gruppenarbeit ▪ Englischkenntnisse
Inhalt	▪ Einführung in synthetische zelluläre Systeme ▪ Herstellung von synthetischen zellulären Systemen und Charakterisierung ▪ Handhabung zellfreier Systeme ▪ Bottom-up Rekonstitution und Charakterisierung ▪ Quantitative Analyse ▪ Visualisierung der Daten
Literatur	▪ Pollard, Thomas D, „The Cytoskeleton"
Weitere Informationen	▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.

Compartimentalization & Self Organization (BFP3)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Karin Römisch		Lehrende Prof. Dr. Karin Römisch Jun-Prof. Dr. Luis Linares Otoya Dr. Mark Lommel	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Compartimentalization & Self Organization	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)

Lernziele / Kompetenzen

- Protein-Targeting zu verschiedenen Kompartimenten
- membranfreie Kompartimentierung durch Phasenseparation
- Aufbau und Funktion des sekretorischen Wegs in Pro- und Eukaryonten
- Biogenese und Funktion von sekretorischen und Transmembranproteinen in Pro- und Eukaryoten
- steriles Arbeiten und praktischer Umgang mit Zellen
- Präparation von und Experimentieren mit biologischen Membranen
- differentielle Proteinextraktion aus biologischen Membranen
- Nachweis von Protein-Protein-Interaktionen
- Experimenteller Umgang mit zellfreien Systemen
- Erstellung von qualitativen und quantitativen experimentellen Daten
- Selbständige Auswertung der Ergebnisse nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten
- Erstellung eines wissenschaftlichen Protokolls
- Verbesserung der Sprachkompetenz (Vorlesung und Begleitliteratur sind auf Englisch)

Inhalt

- Kompartmentalisierung von Proteinen
- Biogenese von sekretorischen und Membranproteinen und Virulenzfaktoren in Prokaryoten und Eukaryoten,
- Protein-Translokation über Membranen
- Qualitätskontrolle sekretorischer Proteine in Pro- und Eukaryoten
- Hefe in Molekular- und Zellbiologie

Literatur

- Brock, Biology of Microorganisms
- Alberts et al., Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie
- aktuelle wissenschaftliche Literatur zur sekretorischen Proteinbiogenese & Kompartmentalisierung

Weitere Informationen

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

Immunology & Tumor Biology (BFP4)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Sandra Iden		Lehrende Prof. Dr. Sandra Iden Prof. Dr. Daniela Yildiz Dr. Ahmad Aljohmani Mitarbeiter/innen der beteiligten Arbeitsgruppen	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Immunology & Tumor Biology	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (Seminarvortrag bestanden, 100 % Protokolle)

Lernziele / Kompetenzen

- Einstieg in die Tumorbiologie
- Erlernen der Tumorkomplexität am Beispiel von Hauttumoren
- Grundlagen des menschlichen Immunsystems
- Pharmakologische Beeinflussung des Immunsystems
- Pharmakologische Beeinflussung des Tumorwachstums:
- Vertrautheit mit molekular- und zellbiologischen sowie immunologischen Methoden zur Analyse von Säugetierzellen und -geweben
- steriles Arbeiten und praktischer Umgang mit Säugetierzellen und -geweben
- selbständige Auswertung und Darstellung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)
- Verbesserung der Sprachkompetenz (Teile der Begleitliteratur sind in Englisch)

Inhalt

- Grundlagen der Immunologie
- Funktionelle Charakterisierung von Immunzellen
- Einstieg in die Tumorbiologie
- Analyse der Heterogenität von Tumorgeweben
- Pharmakologische Beeinflussung der (immunologischen) Tumorniche

Literatur

- Janeway's Immunobiology
- The Biology of Cancer (Robert A. Weinberg)
- Basiswissen Pharmakologie (Roland Seifert)

Weitere Informationen

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

Molecular Cell Biology (BFP5)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Kathrin Ulrich		Lehrende Prof. Dr. Kathrin Ulrich PD Dr. Frank Breinig Prof. Dr. Katrin Philippar	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Molecular Cell Biology	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)

Lernziele / Kompetenzen

- Verständnis der Grundlagen molekularer Zellbiologie
- Kenntnisse über den Aufbau und Funktion pro- und eukaryotischer Zellen
- Erarbeitung/Planung Versuchsdurchführung und Erstellung einer Arbeitshypothese anhand von Originalpublikationen in englischer Sprache
- Erstellung von qualitativen und quantitativen experimentellen Daten
- Vertrautheit mit molekular- und zellbiologischen Methoden zur Modifikation und Analyse von Zellen
- Steriles Arbeiten und praktischer Umgang mit Zellen
- Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)
- Erstellung eines wissenschaftlichen Protokolls (Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion, Zusammenfassung)
- Präsentation der Ergebnisse im Rahmen eines wissenschaftlichen Vortrags

Inhalt

- Pflanzen, Hefen und Bakterien als Modellsysteme der Molekular- und Zellbiologie
- Heterologe Expression von Fremdproteinen
- Anwendung von „Gene replacement“ und weiterer Methoden
- Nachweis/Lokalisation von Zellstrukturen und Proteinen durch Fluoreszenz- und Immunfluoreszenz-Mikroskopie
- Methoden zur Untersuchung von Protein-Protein, Protein-Liganden Interaktionen

Literatur

- Buchanan/Gruissem/Jones: Biochemistry and Molecular Biology of Plants
- Alberts et al.: Molecular Biology of the Cell
- Lodish et al.: Molekulare Zellbiologie
- Karp: Molekulare Zellbiologie

Weitere Informationen

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

Molecular Structures of Life (BFP6)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Roy Lancaster		Lehrende Prof. Dr. Roy Lancaster Prof. Dr. David Mick	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Molecular Structures of Life	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)

Lernziele / Kompetenzen

- Selbständige Auswertung der Ergebnisse (nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten)
- Erstellung eines Protokolls in Form einer Kurzpublikation (Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion).
- Kommunikationskompetenz durch Vorträge und Präsentationen
- Sozialkompetenz und Teamwork durch Kleingruppenarbeit
- Sprachkompetenz Englisch (ein Teil des Moduls wird in Englisch unterrichtet)
- Erarbeiten der Grundlagen der heterologen Proteinproduktion
- Erlernen der Strategien zur Proteinreinigung und zum Proteindesign
- Vertiefung von Prinzipien der Biokatalyse (Struktur/Aktivität)
- Erarbeiten der Grundlagen der Proteinkristallisation
- Erlernen der Strategien zur Strukturbestimmung durch Proteinkristallographie
- Beurteilungsfähigkeit der Qualität publizierter Strukturen
- Erlernen von physikalischen Messmethoden an biologischen Systemen.
- Erlernen der Grundlagen elektrophoretischer Methoden zur Proteinauftrennung und -analyse
- Beurteilungsfähigkeit von SDS-PAGE Ergebnissen
- Erlangung eines Grundverständnisses zu chromatographischen Methoden
- Vertiefung des Verständnisses für Affinitätschromatographie
- Vertiefung von Aufbau und Funktionen von Antikörpern, inklusive therapeutischem und experimentellem Einsatz
- Erlangung eines Grundverständnisses zur biotechnologischen Generierung von Antikörpern
- Erarbeiten der Grundlagen der Antikörpervielfalt

Inhalt

- Heterologe Proteinproduktion
- Proteinreinigung
- Proteindesign
- Proteomics (Massenpsektrometrie)
- Biokatalyse
- Proteinkristallisation
- Messung und Prozessierung von Röntgenbeugungsdaten an Proteinkristallen
- Interpretation von Elektronendichtekarten, atomarer Modellbau und kristallographische Verfeinerung
- Analyse und Beurteilung der Qualität von Proteinstrukturen

	▪ Probenherstellung und Durchführung von SDS-Polyacrylamidgelelektrophorese (SDS-PAGE) ▪ Proteinkonzentrationsbestimmung nach Bradford ▪ Affinitätschromatographie zur Aufreinigung von Proteinen aus komplexen Proben ▪ Analyse und Beurteilung von Proteinaufreinigungen mittels SDS-PAGE ▪ Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) zur Konzentrationsbestimmung von Substanzen in komplexen Proben
Literatur	▪ Berg, Tymoczko,Stryer: Biochemie ▪ Rupp: Biomolecular Crystallography : Principles, Practice, and Application to Structural Biology ▪ Alberts et al.: Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie (oder als "student edition": Essential Cell biology)
Weitere Informationen	▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.

Neurophysiology (BFP7)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Fabian Erdel		Lehrende Prof. Dr. Fabian Erdel Dr. Janine Becking Dr. Davide Gobbo	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Neurophysiology	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (40 % Seminarvortrag, 60 % Protokolle)

Lernziele / Kompetenzen	▪ Kenntnisse im praktischen Umgang mit Methoden und Techniken der Neurophysiologie ▪ Kompetenz in der Auswahl, Planung, und Durchführung von Versuchen ▪ Kompetenz bei der Gewinnung, Auswertung und Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse ▪ Kompetenzen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen in Teamarbeit ▪ Kompetenz in Literaturrecherchen und Präsentation von Ergebnissen
Inhalt	▪ Ausgewählte Versuche zur Untersuchung grundlegender Prinzipien neuronaler Funktionen Zusammenhang zwischen vegativen und neuronalen Funktionen ▪ Versuche auf systemischer Ebene zu Themenbereichen wie Sinnessysteme, Aufmerksamkeit, Motivation, Lernen, etc. ▪ Versuche zu zellulären und molekularen Fragestellungen an Modellsystemen (Zellenlinien, Neuronen) ▪ Auswertung und Präsentation der Versuchsergebnisse
Literatur	▪ Baer M, et al., Neurowissenschaften, Springer ▪ Kandel, E et al., Principles of Neural Sciences, McGraw-Hill
Weitere Informationen	▪ die Teilnahme an Praktika des zweiten Studienabschnitts ist nur sinnvoll, wenn die korrespondierenden Lehrveranstaltungen des ersten Studienabschnitts erfolgreich absolviert worden sind.

Omics & Big Data (BFP8)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich		Lehrende Prof. Dr. Julia Schulze-Hentrich Jun.-Prof. Dr. Fabian Müller Dr. Sascha Tierling	
	Turnus jährlich	Dauer 3 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 8
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen zusätzliche Leistungen	
	Zuordnung Wahlpflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) LS Omics & Big Data	Workload 6 SWS 8 CP	Präsenzzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Modulnote 100 % zus. Leistungen (100 % Seminarvortrag)

Lernziele / Kompetenzen

- Herstellung einer genomweiten Sequenzierlibrary
- Qualitätskontrolle (Fragmentanalyse, Reinheit, Quantifizierung mittels qPCR)
- Erlernen technischer Prinzipien des Next-Generation-Sequencing (NGS)
- Verständnis der Prinzipien der Rohdatenprozessierung
- Prinzipien der Auswertung genomweiter NGS-Daten mittels R
- Erstellung von Datenmatrices und Abbildungen/Diagrammen
- Design eines Validierungs-Assays mit differentiellen Datenpunkten (z.B. RT-qPCR)
- Durchführung einer Validierung/eines diagnostischen Assays
- Datenauswertung und Vergleich mit NGS-Daten

Inhalt

<u>1.Woche</u>
- Seminar zu Generierung von Omics-Daten
- Seminar zu technischen Prinzipien des NGS
- Seminar zur Anwendung von NGS (z.B. Diagnostik)
- Labor: Herstellung einer Seq-Library im Labor aus zu definierenden Zellkulturmodellen
- Labor: QC: Fragmentanalyse (Qsep/BioAnalyzer), Quantifizierung mittels qPCR
- Labor: Vorbereitung der Library für das NGS

<u>2.Woche</u>
- Seminar zu NGS-Rohdatenprozessierung
- Seminar zu NGS-Analysepipelines
- Seminar zu exploratorischen und differentiellen Analysen
- Praxis: Anwendung von Analysepipelines
- Praxis: Exploratorische und differentielle Datenanalyse
- Praxis: Datenillustration

<u>3.Woche</u>
- Seminar zu RNA-Biologie
- Seminar zu RNA-Biologie vs. Pathogenese
- Seminar zu diagnostischen Methoden
- Praxis: Auswahl differentieller Datenpunkte
- Praxis: Design eines Validierungs-Assays (z.B. qPCR-Primer)
- Praxis: Durchführung Validierungs-Assay (RT-qPCR)
- Praxis: Datenauswertung und Vergleich mit NGS-Daten

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

	Modulverantwortlich Studiendekan:in		Lehrende Dozent(inn)en des ZHMB Externe Gastredner	
	Turnus semesterweise	Dauer 2 Semester	SWS -	ECTS-Punkte 2
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Teilnahme	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) Fortgeschrittenen Praktikum	Workload - SWS 2 CP	Präsenzzeit 60 h	Selbststudium -	Modulnote unbenotet
Lernziele / Kompetenzen	▪ Auseinandersetzung mit Präsentationen neuartiger wissenschaftlicher Daten am Puls aktueller Forschungsthemen im internationalen Kontext. ▪ Einbindung in kritische Diskussion der präsentierten Daten und Einordnung in den Kontext aktuellen Wissens. ▪ Netzwerk-Erfahrung im internationalen Forschungsumfeld			
Inhalt	▪ Teilnahme an Vorträgen externer Redner zu unterschiedlichen Forschungsthemen aus dem Bereich Human- und Molekularbiologie ▪ Aktive Teilnahme an Diskussionen und Netzwerkveranstaltungen			
Literatur	▪ -			
Weitere Informationen	▪ Zum Erreichen des Kurszieles müssen 10 Teilnahmen am ZHMB-Kolloquium nachgewiesen werden.			

F-Praktikum (FP)

	Modulverantwortlich Studiendekan:in		Lehrende Dozent(inn)en des ZHMB	
	Turnus jährlich	Dauer 8 Wochen	SWS -	ECTS-Punkte 10
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Mündlicher Bericht	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung LS1+2		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) Fortgeschrittenen Praktikum	Workload - SWS 10 CP	Präsenzzeit 300 h	Selbststudium -	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen	▪ Erlernen von selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten ▪ Teamarbeit ▪ Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen
Inhalt	▪ Der/die Studierende bewirbt sich formlos bei einer Arbeitsgruppe des ZHMB und arbeitet dort an einem mehrwöchigen wissenschaftlichen Projekt als Teil der Arbeitsgruppe. ▪ Die fachlichen Inhalte richten sich nach der jeweiligen wissenschaftlichen Ausrichtung der Forschungsgruppe.
Literatur	▪ wird individuell fest gelegt
Weitere Informationen	▪ Eine Bewerbung erfolgt formlos bei den Dozenten des ZHMB direkt. ▪ Eine Prüfungsanmeldung ist nicht möglich. Die Dozenten sind angehalten, das Prüfungssekretariat über die erfolgreiche Teilnahme Ihres Kandidaten/Ihrer Kandidatin in Kenntnis zu setzen. ▪ Der „mündliche Bericht“ erfolgt durch einen Vortrag im Rahmen des AG-Seminares der betreuenden Arbeitsgruppe.

Bachelorarbeit (BACH)

	Modulverantwortlich Studiendekan:in		Lehrende Dozent(inn)en des ZHMB	
	Turnus jährlich	Dauer 11 Wochen	SWS -	ECTS-Punkte 16
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen schriftliche Abschlussarbeit	
	Zuordnung Pflichtveranstaltung		Unterrichtssprache/n Deutsch oder Englisch	
Lehrveranstaltungen a) Abschlussarbeit b) Seminar zur Bachelorarbeit	Workload - SWS 12 CP - SWS 4 CP	Präsenzzeit 9 Wochen 20 h	Selbststudium 2 Wochen 100 h	Modulnote 100 % Abschlussarbeit

Lernziele / Kompetenzen

- Erlernen von selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten in einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe unter fachlicher Anleitung
- Anwendung wissenschaftlicher Methoden auf die Lösung eines vorgegebenen wichtigen wissenschaftlichen Problems innerhalb einer vorgegebenen Zeit
- Abfassung einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit
- Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen
- öffentliche Verteidigung eigener Forschungs-Ergebnisse
- Spezialisierung auf einem Teilgebiet der Human- und Molekularbiologie

Inhalt

- Der/die Studierende bewirbt sich formlos bei einer Arbeitsgruppe des ZHMB und arbeitet dort an einem wissenschaftlichen Projekt als Teil der Arbeitsgruppe.
- Die fachlichen Inhalte richten sich nach der jeweiligen wissenschaftlichen Ausrichtung der Forschungsgruppe.
- Literaturstudium zum gegebenen Thema
- Selbständige Durchführung von Experimenten
- Kritische Beurteilung und Diskussion der erhaltenen Resultate
- Vergleich der Resultate mit dem Stand der Literatur
- Niederschrift der Abschlussarbeit
- Vortrag und Diskussion zu allen Aspekten der jeweiligen Bachelorarbeit

Literatur

- wird individuell fest gelegt

Weitere Informationen

- -

Wahlfächer
(nicht abschließend)

Bioethtik (WF-ET)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Dr. Stefan Seckinger		Lehrende Prof. Dr. Dr. Stefan Seckinger	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 1	ECTS-Punkte 2
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Seminarvortragr	
	Zuordnung Wahlfach		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) S Bioethik	Workload 1 SWS 2 CP	Präsenzzeit 30 h	Selbststudium 30 h	Modulnote unbenotet
Lernziele / Kompetenzen	▪ Erlangen einer ethischen Grundkompetenz in Bio- und Medizinethik			
Inhalt	▪ Ethik, Ethos, Moral, Menschenwürde, Tierethik, Chancen und Risiken der Gentechnik, Stammzellen, Klonen, Genomforschung, Embryonenforschung, Reproduktionsmedizin, Therapeutisches Klonen, Ethik am Lebensende, Ethik und Religion ▪ Gesetz zur Regelung der Gentechnik (GenTG), Embryonenschutzgesetz (ESchG), Tierschutzgesetz, Stammzellgesetz (StZG), Transplantationsgesetz (TPG)			
Literatur	▪ Gesetzestexte ▪ weitere Aufsätze in Absprache mit den Dozenten			

Philosophische Grundlagen der Ethik (WF-PGET)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Dr. Stefan Seckinger		Lehrende Prof. Dr. Dr. Stefan Seckinger	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 1	ECTS-Punkte 2
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Seminarvortrag	
	Zuordnung Wahlfach		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) S Philosophische Grundlagen der Ethik	Workload 1 SWS 2 CP	Präsenzzeit 30 h	Selbststudium 30 h	Modulnote unbenotet
Lernziele / Kompetenzen	▪ Erlangen einer ethischen Grundkompetenz			
Inhalt	▪ Unterscheidung von Ethik, Moral und Gesetz ▪ Zum Problem der menschlichen Freiheit ▪ Zum Problem der Gerechtigkeit ▪ Der kulturelle Kontext von Moral und somit ihre Relativität ▪ Teleologie und Deontologie ▪ Tugend- und Gesinnungsethik, Verantwortungsethik ▪ Theorie: Utilitarismus (Singer etc.) ▪ Aufgabe und Arbeit von Ethikinstituten und Ethikzentren (inklusive Ethikrat, Ethikkommission, KEK) ▪ Moralpsychologie ▪ Ethik im Konflikt: mit dem Gesetz			
Literatur	▪ Aufsätze in Absprache mit den Dozenten			

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

	Modulverantwortlich PD Dr. Frank Breinig		Lehrende PD Dr. Frank Breinig	
	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 1	ECTS-Punkte 2
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Seminarvortrag	
	Zuordnung Wahlfach		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) S Impfstoffe – gestern, heute, morgen	Workload 1 SWS 2 CP	Präsenzzeit 15 h	Selbststudium 45 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen	▪ Überblick über die Entwicklung von Impfstoffen im Kontext historischer und aktueller Methoden ▪ Erlangen eines Grundverständnisses über die besonderen Herausforderungen bei Entwicklung, Herstellung, Zulassung und dem Einsatz von Impfstoffen
Inhalt	▪ Historie der Entwicklung von Impfstoffen ▪ Immunologische Grundlagen ▪ Warum Impfen? / Akzeptanz von Impfungen / Nebenwirkungen ▪ Impfstoffarten / Applikation von Impfstoffen / Kontraindikationen ▪ Adjuvantien und Zusatzstoffe ▪ Impferfolge / Misserfolge / Mythen ▪ Zulassung von Impfstoffen / rechtliche Grundlagen des Impfens in der BRD ▪ Anforderungen an einen Impfstoff ▪ Entwicklung von Impfstoffen früher, heute, in der Zukunft ▪ Es fehlen Impfstoffe gegen… ▪ Neuartige „Delivery"-Systeme / Ausblick
Literatur	▪ in Absprache mit dem Betreuer

Immunphysiologie (WF-IMP)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Markus Hoth		Lehrende Prof. Dr. Markus Hoth Dr. Eva Schwarz	
	Turnus Jährlich (WS)	Dauer 1 Semester	SWS 2	ECTS-Punkte 3
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Seminarvortrag	
	Zuordnung Wahlfach		Unterrichtssprache/n Deutsch/Englisch	
Lehrveranstaltungen a) S Immunphysiologie	Workload 2 SWS 3 CP	Präsenzzeit 25 h	Selbststudium 65 h	Modulnote unbenotet
Lernziele / Kompetenzen	▪ Eigenständige Literaturarbeit mit Hilfe von Primärliteratur in englischer Sprache ▪ Tutor/in unterstützt in der gesamten Vorbereitungszeit (Fachdiskussion, Literatursuche, Schwerpunktsetzung innerhalb eines Themas, Präsentation) ▪ Molekulares Verständnis und neue Therapieformen verschiedener Krankheitsbilder ▪ Teamarbeit, Vorträge werden bei genügend hoher Teilnehmeranzahl zu zweit gehalten werden ▪ Vortragskompetenz ▪ Stärkung der Diskussionsfähigkeit			
Inhalt	▪ Semiarthemen: Grundlagen der Immunologie, immunologische Ansätze neuer Forschungsmethoden, Krankheitsbilder - deren molekulare Ursachen und daraus resultierende mögliche Therapieformen			
Literatur	▪ In Absprache mit Betreuer/in			
Weitere Informationen	▪ Vorbesprechung und Anmeldung findet gegen Ende des Sommersemesters statt ▪ Termin wird bekannt gegeben ▪ Anmeldung per Mail an: eva.schwarz@uks.eu			

Pharmakologie im Alltag (WF-PHA)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Daniela Yildiz		Lehrende Prof. Dr. Daniela Yildiz PD Dr. Andreas Beck	
	Turnus jährlich	Dauer 2 Wochen	SWS 6	ECTS-Punkte 6
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Seminarvortrag und Protokoll	
	Zuordnung Wahlfach		Unterrichtssprache/n deutsch	
Lehrveranstaltungen a) Seminar b) Praktikum	Workload 1 SWS 5 SWS	Präsenzzeit 15 h 75 h	Selbststudium 45 h 45 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen

Seminar

- Prinzipien der Pharmakologie und Toxikologie erlernen und
- wiedergeben können
- Kenntnis über die wichtigsten Medikamente im Alltag (inklusive
- Wirkmechanismus z.B. Diabetes und KHK)

Praktikum

- Praktische Anwendung der Seminarthemen
- Wichtige Techniken pharmakologischer Testungen erlernen, z.B. Bestimmung von Metaboliten mittels Massenspektrometrie

Inhalt

Seminar

- Themen zur relevanten Pharmakotherapien: z.B. Diabetes mellitus, Hypertonie, Thrombozytenaggregation, Koagulation/Fibrinolyse, Antibiotika

Praktikum

- Bestimmung von Metaboliten in Körperflüssigkeiten
- Expressionsnachweis von Targets
- Beispielhafte Techniken: Massenspektrometrie, PCR, Western Blot, Aufreinigung von Blutzellen

Literatur

- wird im Rahmen der Vorbesprechung erläutert

Build A Microscope (WF-BYOM)

	Modulverantwortlich Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata		Lehrende Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata	
	Turnus Jährlich (SS)	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 6
	Zulassungsvoraussetzungen keine		Leistungskontrollen / Prüfungen Mündliche Prüfung, Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Ausarbeitung der Laborprotokolle	
	Zuordnung Wahlfach		Unterrichtssprache/n Deutsch, Englisch	
Lehrveranstaltungen a) V Build A Microscope b) LS Build A Microscope	Workload 2 SWS 6 CP 4 SWS	Präsenzzeit 30 h 60 h	Selbststudium 90 h	Modulnote unbenotet

Lernziele / Kompetenzen

- Grundlagen der Optik
- Intuitives Verständnis für optische Mikroskopie
- Direkte Anwendung theoretisch erarbeiteter Kenntnisse in der Praxis
- Aufbau und Bedienung eines komplexen Gerätes (optisches Mikroskop)
- Erlernen verschiedener optischer Bildgebungsmethoden
- Anwendungsmöglichkeiten der optischen Mikroskopie
- Erstellen von wissenschaftlichen Protokollen
- Sozialkompetenz und Teamwork durch Arbeit in Kleingruppen
- Fachbezogene englische Sprachkompetenz

Inhalt

- Einführung in optische Bildgebung
- Köhlerbeleuchtung
- Abbe'sche Theorie der Bildentstehung
- Kontraststeigerungsverfahren
- Fluoreszenzmikroskopie
- Spektren und Filter

Literatur

- ThorLabs Optical Microscopy Course, Course Notes (https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-CourseNotes.pdf).
- ThorLabs Optical Microscopy Course, Lab Notes (https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-LabNotes.pdf).
- C. Gerhard, Tutorium Optik, Springer Spektrum 2020.

Weitere Informationen

- Die Veranstaltung findet im Block an 12 hintereinander folgenden Tagen statt.
- Vorlesungs- und Praxismaterialien in englischer Sprache. Die oben aufgeführten ThorLabs-Kursmaterialien müssen vor Kursbeginn nicht ausgedruckt oder selbstständig erarbeitet werden.
- Unterrichtssprache: Englisch, auf Anfrage aller Studierenden: Deutsch