

# Modulhandbuch

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Modulhandbuch des Masterstudiengangs Biophysik</b>	<b>4</b>
1.1	Pflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik	4
1.2	Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik	7
1.2.1	Wahlpflichtbereich Theorie	7
1.2.2	Wahlpflichtbereich Methoden	21
1.2.3	Wahlpflichtbereich Systeme	52
1.2.4	Wahlpflichtbereich Studium Generale	70
1.3	Masterarbeit	72
<b>2</b>	<b>Tabelle der Pflicht-, Wahlpflicht- und Importmodule</b>	<b>75</b>
<b>3</b>	<b>Indices</b>	<b>76</b>
	Index 1: Modulkürzel	77
	Index 2: Modultitel	78

## Erläuterungen

Im Feld "Verwendbarkeit" wird aufgeführt, ob ein Modul im Bachelor Biophysik, im Master Biophysik oder in beiden Studiengängen verwendet werden kann. Für die Verwendbarkeit von Importmodulen in anderen als den Biophysik-Studiengängen sei auf die Beschreibung des Moduls in der Herkunftsstudienordnung im Feld "Zuordnung" verwiesen.

Die Fachsemester-Tabelle der Lehrveranstaltungen in jedem Modul (rechts unten in der Modulbeschreibung) zeigt per *X*-Markierung an, in welchen Fachsemestern die entsprechende Lehrveranstaltung belegt werden *können*. Es ist daher beispielsweise möglich, dass für eine einsemestrige Lehrveranstaltung, die regelmäßig im Wintersemester stattfindet, Kreuze in mehreren Spalten, beispielsweise im 1. und 3. Fachsemester auftreten.

# 1 Modulhandbuch des Masterstudiengangs Biophysik

## 1.1 Pflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik

<b>PEXFLBPH</b>	<b>Forschungs- und Laborpraktikum</b> (Research Lab Class)	14 CP (insg.) = 420 h		SWS 12 Wo.
		Kontaktstudium 270 h	Selbststudium 150 h	
<b>Inhalte</b> Angeleitete experimentelle Tätigkeiten zur Bearbeitung einer forschungsorientierten Fragestellung in Instituten der beteiligten Fachbereiche oder externer Einrichtungen, z.B. Versuche an Forschungsgeräten der einzelnen Arbeitsgruppen.				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Ziel: Die Studierenden befassen sich im Forschungs- und Laborpraktikum mit aktuellen Forschungsthemen und Untersuchungsmethoden der modernen Biophysik. Dazu werden sie unter Anleitung von erfahrenen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, Doktoranden und Doktorandinnen und ggf. Studierenden in der Masterarbeit mit experimentellen Vorgehensweisen und Strategien der Datenaufnahme und -auswertung vertraut gemacht. Dies schließt ggf. auch die Präparation biologischer Untersuchungsobjekte und/oder die Teilnahme an der Entwicklung von geeigneter Auswerte- und Analysensoftware ein. Im Verlauf dieses Praktikums befassen sich die Studierenden auch mit der Beschaffung, Bearbeitung und Bewertung erforderlicher Hintergrundliteratur. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben erste Fähigkeiten zur selbständigen Bearbeitung biophysikalischer Fragestellungen und Probleme. Sie machen sich mit einzelnen Arbeitsgebieten der modernen Biophysik vertraut und können den wissenschaftlichen Hintergrund anhand von Literatur bewerten. Sie können die Möglichkeiten bestimmter experimenteller Techniken oder theoretischer Bearbeitungsweise einschätzen. Soft Skills: Durch das Experimentieren, das Erstellen von kurzen schriftlichen Berichten ("Protokollen") und durch regelmäßige Fortschrittsbesprechungen und Präsentationen üben die Studierenden Dokumentation, Teamfähigkeit, Kooperation und Kommunikation. Organisatorisches: Das Praktikum kann in einer Arbeitsgruppe im Umfang von 14 CP (ca. 12 Wochen) oder in zwei Arbeitsgruppen im Umfang von jeweils 7 CP (je ca. 6 Wochen) durchgeführt werden. Im letzteren Fall sind zwei Praktikumsberichte zu verfassen, die Gesamtnote des Moduls ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Teilnoten auf die beiden Berichte. Das Forschungs- und Laborpraktikum ist ein Modul, dass gut für die Durchführung im Ausland geeignet ist.				
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Module des Bachelorstudiums Biophysik; bei konditionaler Zulassung die Module des jeweiligen Bachelorabschlusses und die erteilten Auflagen				
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik				
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik				
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> ständig				
<b>Dauer:</b> 12 Wochen oder zweimal 6 Wochen				
<b>Modulkoordination:</b> Mäntele				
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch				
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: Erbringen der Teilnahmenachweise				

<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum								
<b>Modulprüfung</b>								
Modulabschlussprüfung, benotet (bei zweiteiligem Praktikum arithmetisches Mittel der Teilnoten)								
bestehend aus: ein Praktikumsbericht (20–30 Seiten) bei Durchführung als ein Praktikum, zwei Praktikumsberichte (je 10–15 Seiten) bei Durchführung als zweigeteiltes Praktikum								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Forschungs- und Laborpraktikum (Research Lab Class)	P	10	14	Pf	X	X		
Summe		12 Wo.	14					

<b>SPROAG</b>	<b>Proseminar und Arbeitsgruppenseminar</b> (Proseminar and Research Group Seminar)	6 CP (insg.) = 180 h		SWS				
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h		4			
<b>Inhalte</b> <i>Proseminar:</i> In jedem Semester können verschiedene Veranstaltungen als Proseminar angeboten werden, die beliebigen Themen der Physik gewidmet sind. Der Prüfungsausschuss prüft die Eignung der angebotenen Themen und die Gestaltung der Seminare und entscheidet über ihre Zulassung als Proseminar. Die Studierenden können eines dieser Angebote auswählen. <i>Arbeitsgruppenseminar:</i> Themen aus einem aktuellen Gebiet der Forschung abhängig von der gewählten Arbeitsgruppe								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> <i>Proseminar:</i> Im Proseminar sollen die Studierenden üben, sich biophysikalische Sachverhalte, die nicht in Ihrem engeren Spezialisierungsgebiet liegen, zu erschließen und anderen zu erklären. Das Proseminar kann zum Beispiel als "Journal Club" gestaltet werden, in dem Studierende ausgewählte Artikel aus aktuellen Fachzeitschriften vorstellen und die Hintergründe erläutern. Eine andere Möglichkeit ist ein Seminar, in dem ein physikalisches Gebiet gemeinsam erarbeitet wird, indem verschiedene Themen zu Teilaspekten von den Studierenden vorgetragen werden. Arbeitsgruppenseminare sind nicht als Proseminare zulässig. <i>Arbeitsgruppenseminar:</i> Das Modul gibt einen vertieften Einblick in dasjenige Forschungsgebiet, auf dem die Masterarbeit angefertigt wird. Insbesondere soll es einen vertieften Überblick über ein aktuelles Forschungsgebiet der Biophysik bieten. Der oder die Studierende lernen, eigene wissenschaftliche Ergebnisse oder Projekte in einem Vortrag vorzustellen und vor kritischem Publikum zu diskutieren.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik								
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Semester								
<b>Dauer:</b> zweisemestrig oder einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Studiendekan Physik								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme Leistungsnachweise: Seminarvortrag im Arbeitsgruppenseminar über die eigenen Forschungsergebnisse im Rahmen der Masterarbeit, unbenotet Prüfungsvorleistungen: Erbringen der Leistungsnachweise								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminar, Proseminar								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Seminarvortrag im Proseminar (30 min) über ein Thema aus der aktuellen Literatur								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Proseminar	S	2	3	Pf	X	X	X	X
Arbeitsgruppenseminar (Research Group Seminar)	S	2	3	Pf			X	X
Summe		4	6					

## 1.2 Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik

### 1.2.1 Wahlpflichtbereich Theorie

IDFT	Einführung in die Dichtefunktionaltheorie (Introduction to density functional theory)	7–10 CP (insg.) = 210–300 h		SWS 4–7
		Kontaktstudium 90–105 h	Selbststudium 120–195 h	
<p><b>Inhalte</b>  <i>Vorlesung:</i> Hartree-Fock-Theorie; Elektronenkorrelation im post-Hartree-Fock-Bild; Elektronenkorrelation in Dichte-basierten Ansätzen; Grundlagen der Dichtefunktionaltheorie; Kohn-Sham-Theorie; moderne Implementierungen; Anwendungen der Dichtefunktionaltheorie für Moleküle: Erfolge und Grenzen  <i>Praktikum:</i> Benutzung moderner Computersysteme; quantenchemische Rechnungen zu ausgewählten chemischen Problemstellungen            Das Praktikum ist optional. Dafür ist eine Anmeldung erforderlich. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben.</p>				
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>  <i>Vorlesung:</i> Die Funktionsweise der Dichtefunktionaltheorie wird durch Vergleich mit klassischen Wellenfunktions-basierten Methoden eingeführt. Die Studierenden erhalten einen detaillierten Einblick in die Maschinerie moderner Dichtefunktionalimplementierungen und lernen über detailliert analysierte Anwendungsbeispiele Vorteile und Grenzen aktuell verfügbarer Funktionale kennen. Sie werden in die Lage versetzt, die in allen Bereichen der aktuellen chemischen Literatur beschriebenen Methoden einzuordnen und zu bewerten.  <i>Praktikum:</i> Nach einer Einführung in die Benutzung der Computerprogramme bearbeiten die Studierenden ausgewählte chemische Problemstellungen mit Hilfe moderner Quantenchemie-Programmpakete. Sie werden damit in die Lage versetzt, in ihren zukünftigen Forschungsgebieten moderat anspruchsvolle theoretische Untersuchungen eigenständig durchführen zu können.</p>				
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine</p>				
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine</p>				
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie</p>				
<p><b>Verwendbarkeit:</b> MSc Chemie, MSc Biophysik</p>				
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich</p>				
<p><b>Dauer:</b> ein Semester</p>				
<p><b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Max Holthausen</p>				
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch</p>				
<p><b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b>            Teilnahmenachweise: gegebenenfalls regelmäßige Teilnahme am Praktikum            Leistungsnachweise: gegebenenfalls Leistungsnachweis zum Praktikum (siehe Praktikumsregularien)            Prüfungsvorleistungen: Erbringen der Leistungsnachweise</p>				
<p><b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Praktikum</p>				
<p><b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet</p>				

Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs *Biophysik*  
 Wahlpflichtbereich *Theorie*

bestehend aus: mündliche Prüfung (30–45 Min.) oder Klausur (120–180 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Einführung in die Dichtefunktionaltheorie (Introduction to density functional theory)	V	4	7	Pf	X	X	X	
Advanced Computational Chemistry (Introduction to density functional theory)	P	3	3	WP	X	X	X	
Summe		4–7	7–10					



<b>VTHPHOC</b>	<b>Theoretische Photochemie</b> (Theoretical Photochemistry)	5 CP (insg.) = 150 h		SWS					
		Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h	3					
<b>Inhalte</b> Einführung: molekulare Mechanismen von Absorption, Fluoreszenz und strahlungslosen Übergängen; angeregte elektronische Zustände: quantenchemische Aspekte; Notwendigkeit einer quantenmechanischen Behandlung der Kerndynamik: Wellenpaket- und Dichtematrixpropagation; Zusammenbruch der Born-Oppenheimer-Näherung: nichtadiabatische Effekte, Wellenpaketdynamik auf gekoppelten Potentialflächen, Multikonfigurationsverfahren zur hochdimensionalen Wellenpaketpropagation, Näherungsmethoden für die Kerndynamik: Surface-Hopping-Methode; ultraschnelle Zerfallsphänomene an konischen Durchschneidungen; Umgebungseffekte und Solvatationsdynamik; Beispiele: Photochemie von Retinal, Azobenzol und verwandten Systemen; Beobachtung mittels nichtlinearer optischer Spektroskopie; theoretische Beschreibung nichtlinearer optischer Experimente (zum Beispiel Pump-Probe-Spektroskopie, Photon-Echo-Spektroskopie) Zur Vertiefung des Verständnisses wird die Vorlesung von eigenständiger Literatur- und Projektarbeit begleitet.									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erhalten Einblick in aktuelle Forschungsmethoden auf dem Gebiet der theoretischen Photochemie. Sie lernen die „state of the art“-Methoden kennen, die heute zur Charakterisierung der angeregten elektronischen Zustände und Dynamik photochemischer und photobiologischer Systeme verwandt werden. Die Studierenden befassen sich mit der Rolle spezieller Topologien (insbesondere konischer Durchschneidungen) und analysieren, warum diese elektronische Übergänge auf einer ultraschnellen Zeitskala (Femtosekunden bis Pikosekunden) induzieren. Ferner stellen sie die Verbindung zu modernen nichtlinearen optischen Spektroskopien her und berechnen spektroskopische Signale explizit.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Modul „Moderne Methoden der Theoretischen Chemie“(Theoretische Chemie 2)									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> gute mathematische und theoretische Kenntnisse									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie									
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> zweijährlich									
<b>Dauer:</b> einsemestrig									
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Irene Burghardt									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch									
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: aktive Teilnahme an der Literatur- und Projektarbeit Prüfungsvorleistungen: Leistungsnachweise									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung									
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Referat über eigenes Projekt oder Abschlussklausur (120–180 Min.)									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
						1	2	3	4
Theoretische Photochemie (Theoretical Photochemistry)		V	3	5	Pf	X		X	
Summe			3	5					

<b>VTH5</b>	<b>Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik</b>  (Theoretical Physics 5: Thermodynamics and Statistical Physics)	8 CP (insg.) = 240 h		SWS  6.5				
		Kontaktstudium 98 h	Selbststudium 142 h					
<b>Inhalte</b> Grunddefinitionen, Carnotprozess und Hauptsätze, thermodynamische Potentiale, Gleichgewichtsbedingungen, Phasenübergänge, Ergodentheorie, Mikro- und Makrozustände, Dichtematrix. Entropie, statistische Gesamtheiten, nichtwechselwirkende Gase, Quantenstatistik und entartete Quantengase, Bose-Einstein-Kondensation, Boltzmann-Gleichung.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Anhand wichtiger Modellsysteme (e.g. klassisches ideales Gas, van-der Waals Zustandsgleichung, Spinsysteme, Bose- und Fermigase) erlernen die Studenten die Anwendung dieser Konzepte auf konkrete Problemstellungen und gewinnen Einblick in ihre Relevanz für moderne Entwicklungen in der Forschung (e.g. ultrakalte Quantengase).								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Inhalt der Veranstaltungen <i>Theoretische Physik 1-4</i>								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Physik / FB Physik								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Physik, BSc Biophysik, MSc Biophysik, BSc Meteorologie								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Hofstetter								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme an den Übungen Leistungsnachweise: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Leistungsnachweise								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: mündliche Prüfung (20–40 Min.) oder Klausur (45–120 Min., i.d.R. 90 min)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik (Theoretical Physics 5: Thermodynamics and Statistical Physics)	V+Ü	4+2.5	8	Pf	X		X	
Summe		6.5	8					

<b>VHQM</b>	<b>Höhere Quantenmechanik</b>	8 CP (insg.) = 240 h			SWS				
	(Advanced Quantum Mechanics)	Kontaktstudium 90 h	Selbststudium 150 h	6					
<b>Inhalte</b> Grundlagen der relativistischen Quantenmechanik, Klein-Gordon-Gleichung, Dirac-Gleichung, Symmetrien in der Quantenmechanik, Vielteilchentheorien im Fock-Raum, Näherungsmethoden für wechselwirkende Quantenvielteilchensysteme, elementare Streutheorie.									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Dieses Modul behandelt ausgewählte höhere Methoden der Quantenmechanik, wie sie für die moderne Physik grundlegend sind, insbesondere relativistische Quantenmechanik, Vielteilchentheorie, Symmetrien in der Quantenmechanik und Streutheorie. Damit werden die Studierenden befähigt, in ihren Abschlussarbeiten theoretische Probleme auf modernem Niveau anzugehen. Auf diese Weise werden insbesondere auch die Grundlagen für die Erweiterung der Quantenmechanik zur Quantenfeldtheorie gelegt.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1-2</i> , <i>Theoretische Physik 1-5</i>									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Physik / FB Physik									
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Physik, MSc Physik, BSc Biophysik, MSc Biophysik									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich									
<b>Dauer:</b> einsemestrig									
<b>Modulkoordination:</b> Rischke									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch									
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme an den Übungen Leistungsnachweise: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; Studienleistungen gemäß Studienordnung Physik, unbenotet Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Leistungsnachweise, falls Prüfung gewünscht									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung									
<b>Modulprüfung</b> grundsätzlich keine; auf Wunsch des oder der Studierenden benotete Modulabschlussprüfung in Form einer mündlichen Prüfung (20–40 Min.) oder einer Klausur (45–120 Min.) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
						1	2	3	4
Höhere Quantenmechanik (Advanced Quantum Mechanics)		V+Ü	4+2	8	Pf		X		(X)
Summe			6	8					

VQMD	Quantum Molecular Dynamics	5 CP (insg.) = 150 h		SWS 3
		Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h	
<b>Inhalte</b> Born-Oppenheimer approximation; density functional theory (Hohenberg-Kohn theorem, Kohn-Sham equations, local density approximation, generalized gradient approximation, time-dependent density functional theory); Born- Oppenheimer versus Car-Parrinello dynamics; iterative diagonalization; optimization techniques (steepest descent, conjugate gradient dynamics, variable metric method); global energy minimization (Metropolis algorithm, Markov chains, dynamical simulated annealing); pseudopotentials; quantum molecular dynamics for periodic systems; Kleinman-Bylander transformation; supercell concept				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> This module provides the bridge between the electronic structure of atoms, familiar to students from the standard theory course(s) on quantum mechanics, and the electronic structure of molecules and solids. The course addresses both the fundamental physics involved as well as the theoretical concepts and computational techniques required for efficiently dealing with such systems. Students become familiar with the relevant lengths, time and energy scales, with the notion of hybridization and delocalization of states, and with the Born-Oppenheimer surface. In particular, students make first contact with “counterintuitive” approaches, such as the pseudopotential approximation or the simulation of the Schrödinger equation by another differential equation. They learn about the interplay between the equations of motion and discretization. In this way students are trained to think more creatively about the representation of physics in terms of equations. The course is directly based on the mandatory theory courses <i>Theoretische Physik I-IV</i> . It is highly self-contained, preparation of students by attending additional courses e.g. in condensed matter theory is not required. The module prepares students for pursuing bachelor’s or master’s projects in computational electronic structure theory. Diese Lehrveranstaltung wird je nach Wunsch der Studierenden auf Englisch oder Deutsch angeboten.				
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> basic understanding of (a) classical electrodynamics (Coulomb forces, multipole expansion); (b) quantum mechanics of many-electron systems (wavefunctions, Schrödinger equation, spin, Pauli principle, 2nd quantization); (c) atomic physics (electronic structure, energetics)				
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Physik / FB Physik				
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc und MSc Physik, BSc und MSc Biophysik				
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> unregelmäßig				
<b>Dauer:</b> einsemestrig				
<b>Modulkoordination:</b> Engel				
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch (oder Deutsch)				
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: Studienleistungen gemäß Studienordnung Physik, unbenotet Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Leistungsnachweise, falls Prüfung gewünscht				
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung				
<b>Modulprüfung</b>				

grundsätzlich keine; auf Wunsch des oder der Studierenden benotete Modulabschlussprüfung in Form einer mündlichen Prüfung (20–40 Min.) oder einer Klausur (45–120 Min., i.d.R. 90 min) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Quantum Molecular Dynamics	V	3	5	Pf	X	X	X	X
Summe		3	5					

VDFT	Density Functional Theory	5 CP (insg.) = 150 h		SWS	3				
		Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h						
<b>Inhalte</b> Hohenberg-Kohn theorem, interacting $v$ -representability, spin/current-density functional theory, Kohn-Sham equations, noninteracting $v$ -representability, exact exchange, virial theorems, adiabatic connection, local density approximation (LDA), (meta) generalized gradient approximation, LDA+ $U$ , orbital-dependent functionals, relativistic density functional theory (optionally: time-dependent density functional theory)									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> In this module students are trained for doing research in the field of computational electronic structure theory. Both the complete theoretical background of one of the standard methods in this field, density functional theory, and more practical aspects are covered. In particular, students learn to distinguish the various aspects of electron correlation. Prototype results from a variety of fields illustrate the merits and limitations of density functional theory. As a result of this course, students understand the significance and implications of various approximations and are able to operate standard density functional codes. Students are ready for pursuing a bachelor's or master's project in this field. Diese Lehrveranstaltung wird je nach Wunsch der Studierenden auf Englisch oder Deutsch angeboten.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> required knowledge: basic elements of many-particle quantum mechanics (wavefunctions, operators, Schrödinger equation, Coulomb interaction, Hartree-Fock approximation, 2nd quantization, field operators); recommended knowledge: basic elements of Green's function approach to many-particle systems (1-particle propagator, response functions, Dyson equation, irreducible functions, Feynman diagrams); (semi)relativistic quantum mechanics (Pauli equation, Dirac equation) recommended for preparation: course <i>Introduction to Quantum Many-Particle Theory</i>									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Physik / FB Physik									
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Physik, MSc Physik									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> zweijährlich									
<b>Dauer:</b> einsemestrig									
<b>Modulkoordination:</b> Engel									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch (oder Deutsch)									
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: Studienleistungen gemäß Studienordnung Physik, unbenotet Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Leistungsnachweise, falls Prüfung gewünscht									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung									
<b>Modulprüfung</b> grundsätzlich keine; auf Wunsch des oder der Studierenden benotete Modulabschlussprüfung in Form einer mündlichen Prüfung (20–40 Min.) oder einer Klausur (45–120 Min.) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
						1	2	3	4
Density Functional Theory		V	3	5	Pf		X		(X)
Summe			3	5					

<b>VMOL-SPEK</b>	<b>Molekulare Spektroskopie</b>	5 CP (insg.) = 150 h				SWS			
	(Molecular Spectroscopy)	Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h	3					
<b>Inhalte</b> Molekülbau; Molekülorbital-Ansatz; theoretische Näherungen; zeitabhängige Quantenmechanik; Störungsrechnung für die Wechselwirkung mit Licht; Rotations-, Schwingungs- und optische Spektroskopie; Raman- und Photoelektronenspektroskopie; Auswahlregeln und Anwendungen; Photophysik und Photochemie Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt. Darin werden vorgegebene Übungsaufgaben besprochen. Es wird erwartet, dass sich die Studierenden daran aktiv beteiligen.									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden lernen die Grundlagen der molekularen Spektroskopie kennen. Durch selbstständiges Erarbeiten an ausgewählten Beispielen wird der Stoff vertieft. Die Diskussion in den Übungsgruppen führt zu einem tiefer gehenden Verständnis für die zugrunde liegenden Konzepte. Qualifikationsziel ist es, dass die Studierenden diese Konzepte auch auf unbekannte Probleme anwenden können.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie									
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich									
<b>Dauer:</b> einsemestrig									
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Mike Heilemann									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch									
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme an den Übungen Leistungsnachweise: bestandene Abschlussklausur (Studienleistung)									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung									
<b>Modulprüfung</b> keine									
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester				
					1	2	3	4	
Vorlesung Physikalische Chemie 3 (Molecular Spectroscopy)	V+Ü	2+1	5	Pf	X		X		
Summe		3	5						

<b>ITMR</b>	<b>Einführung in die Theorie der Magnetischen Resonanz</b> (Introduction to the Theory of Magnetic Resonance)	4-12 CP (insg.) = 120-360 h		SWS 2-6				
		Kontaktstudium 30-90 h	Selbststudium 90-270 h					
<b>Inhalte</b> Grundlagen der NMR- und EPR-Spektroskopie; isotrope und anisotrope Wechselwirkungen in der magnetischen Resonanz (MR) und ihre quantenmechanische Beschreibung; Einführung in die 2D-NMR-, 3D-NMR- und EPR-Spektroskopie sowie ihre Anwendungen; Einführung in die MR-Relaxationstheorie Studenten im Studiengang BSc/MSc Biophysik wählen eine, zwei oder alle drei LV im Modul aus.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden werden in die quantenmechanischen und mathematischen Grundlagen der Magnetresonanz-Spektroskopie eingeführt. Sie können danach einfache Pulsabfolgen analytisch beschreiben und verstehen. Sie lernen, Strukturparameter aus den Magnetresonanz-Spektren zu extrahieren.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc und MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> zweisemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Clemens Glaubitz, Prof. Dr. Thomas Prisner, Prof. Dr. Harald Schwalbe								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch/Englisch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: Übungsaufgaben oder Ausarbeitungen Prüfungsvorleistungen: Erbringen der Leistungsnachweise								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: mündliche Prüfung (30-45 Min.) oder Hausarbeit oder Klausur (120-180 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Einführung in die EPR-Spektroskopie (Introduction to the Theory of Magnetic Resonance)	V	2	4	WP	X	X	X	
Einführung in die Festkörper-NMR-Spektroskopie (Introduction to the Theory of Magnetic Resonance)	V	2	4	WP	X	X	X	
Mathematische Grundlagen der NMR-Spektroskopie (Introduction to the Theory of Magnetic Resonance)	V	2	4	WP	X	X	X	
Summe		2-6	4-12					



<b>CPINN</b>	<b>Kollektive Phänomene in neuronalen Netzwerken</b>	6 CP (insg.) = 180 h		SWS  4
	Collective Phenomena in Neural Networks	Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	
<b>Inhalte</b> Although neurons interact by pairwise (and in that sense, local) connections, the cognitive phenomena that we experience in our brain are characterized by global order. How the global order can emerge, what dynamical features are grouped together and how perceptual coherence and order emerges from neural networks has been a topic of debate for a long time. The global order was emphasized by the Gestalt school of psychology, which demonstrated in many experiments that under certain conditions sensory elements (like dots on a piece of paper) assume holistic properties and are handled as a whole. This seminar will concentrate on various aspects of this phenomenon and on neural models that might explain them. The generation of global order out of local interactions has been studied in various fields of science, among others in phase transition physics and in the mathematical discipline of bifurcation theory, and we will try to draw insight from considering the analogy between them and the brain.				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> <i>Neuronale Netzwerke:</i> Die Studierenden werden Grundbegriffe der theoretischen Neurowissenschaft kennenlernen und verstehen. Sie kennen die bedeutendsten Modelle und können aktuelle Probleme einschätzen und diskutieren. Die Studierenden können die grundlegenden Mechanismen und die wichtigsten Modelle der neuronalen Netzwerke beschreiben. <i>Dynamische Systeme:</i> Die Studierenden verstehen die mechanistischen Grundlagen moderner Netzwerktheorien und auch die Grenzen der Erkenntnis; sie kennen die Grundbegriffe und Konzepte. Sie haben Fragestellungen, Untersuchungsansätzen und Methoden anhand ausgewählter Rechnungen erlernt und einen Überblick über den Ablauf der Modellbildung in der Neurowissenschaft erworben.				
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> BSc in Physik, Mathematik, Informatik oder Biologie				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Erfolgreicher Abschluss der theoretischen Physikvorlesungen				
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik				
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik				
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich				
<b>Dauer:</b> zwei Semester				
<b>Modulkoordination:</b> Mäntele				
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch				
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: Teilnahmenachweise				
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminar				
<b>Modulprüfung</b> kumulative Modulprüfung, benotet bestehend aus: kumulative Modulprüfung,				

Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik  
 Wahlpflichtbereich Theorie

Bildung der Modulnote: Die Modulnote errechnet sich aus dem Mittelwert der Noten für Vortrag und Ausarbeitung.

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Seminar	S	2	3	Pf			X	X
Seminar	S	2	3	Pf			X	X
Summe		4	6					

<b>COD-STRATNN</b>	<b>Kodierung in neuronalen Netzwerken</b>	6 CP (insg.) = 180 h			SWS  4				
	Coding Strategies in Neural Networks	Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h						
<b>Inhalte</b> Neurons in the brain interact via pairwise (and in that sense, local) connections, yet the cognitive phenomena that we experience in our brain are characterized by global network dynamics. How the global dynamics can be used for coding has been a topic of debate for a long time. We will study different neural coding strategies with an emphasis on spike time dependent coding. In this seminar, the participants will learn what motivates different coding strategies and will become familiar with the aspects of neuronal dynamics captured by different models. Furthermore, the participants will get acquainted with the information theory formalism and how it can be applied to neuroscience.									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> <i>Neuronale Netzwerke:</i> Die Studierenden werden Grundbegriffe der theoretischen Neurowissenschaft kennenlernen und verstehen. Sie kennen die bedeutendsten Modelle und können aktuelle Probleme einschätzen und diskutieren. Die Studierenden können die grundlegenden Mechanismen und die wichtigsten Modelle der neuronalen Netzwerke beschreiben. <i>Dynamische Systeme:</i> Die Studierenden verstehen die mechanistischen Grundlagen moderner Netzwerktheorien und auch die Grenzen der Erkenntnis; sie kennen die Grundbegriffe und Konzepte. Sie haben Fragestellungen, Untersuchungsansätzen und Methoden anhand ausgewählter Rechnungen erlernt und einen Überblick über den Ablauf der Modellbildung in der Neurowissenschaft erworben.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> BSc in Physik, Mathematik, Informatik oder Biologie									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Erfolgreicher Abschluss der theoretischen Physikvorlesungen									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik									
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich									
<b>Dauer:</b> zwei Semester									
<b>Modulkoordination:</b> Mäntele									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch									
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: Teilnahmenachweise									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminar									
<b>Modulprüfung</b> kumulative Modulprüfung, benotet bestehend aus: kumulative Modulprüfung, Bildung der Modulnote: Die Modulnote errechnet sich aus dem Mittelwert der Noten für Vortrag und Ausarbeitung.									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
						1	2	3	4
Seminar		S	2	3	Pf			X	X
Seminar		S	2	3	Pf			X	X
Summe			4	6					

<b>VSELFORG</b>	<b>Self-Organization: Theory and Simulations</b>	8 CP (insg.) = 240 h		SWS					
		Kontaktstudium 90 h	Selbststudium 150 h		6				
<b>Inhalte</b> The course will be a combination of lectures on complex system theory with a focus on self-organization, together with a computer lab. The lectures will treat topics like pattern formation in reaction-diffusion systems, opinion dynamics, swarm intelligence, Darwinian evolution and cognitive system theory. An introduction to dynamical system theory will be given, including bifurcation theory, chaos and dissipative systems. In the computer lab an introduction to programming in general will be given and students are expected to write their own codes and to perform then a series of simulations for self-organizing systems.									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> To comprehend the basics of the complex system theory and the principles leading to self-organizing processes in physics and nature. Both an analytic and mathematical understanding and the capability to perform numerical simulations and experiments testing the respective phenomena.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> The physics basic math knowledge									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Physik / FB Physik									
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc/MSc Physik, BSc/MSc Biophysik, BSc/MSc Meteorologie									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> unregelmäßig									
<b>Dauer:</b> einsemestrig									
<b>Modulkoordination:</b> Gros									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch									
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme an den Übungen Leistungsnachweise: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; Studienleistungen gemäß Studienordnung Physik, unbenotet Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Leistungsnachweise, falls Prüfung gewünscht									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung									
<b>Modulprüfung</b> grundsätzlich keine; auf Wunsch des oder der Studierenden benotete Modulabschlussprüfung in Form einer mündlichen Prüfung (20–40 Min.) oder einer Klausur (45–120 Min.) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
						1	2	3	4
Self-Organization: Theory and Simulations		V+Ü	4+2	8	Pf	X	X	(X)	(X)
Summe			6	8					

## 1.2.2 Wahlpflichtbereich Methoden

<b>BIOINF</b>	<b>Bioinformatik</b>	6 CP (insg.) = 180 h		SWS 4
	(Foundations of Bioinformatics)	Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	
<b>Inhalte</b>				
<p>Grundlagen der Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle, Aufbau und Erstellung von Sequenz- und Strukturdatenbanken, Daten-Retrieval, www-basierte Bioinformatikdienste.</p> <p>Mustersuche in Sequenzen, Signalsequenzen, Sekundärstrukturelemente, Prinzipien von lokalen und globalen Alignmentmethoden, BLAST, FASTA, Signifikanzabschätzung für Sequenzalignments, strukturelles Alignment, hierarchische und nicht-hierarchische Clusterverfahren, Berechnung von Dendrogrammen, Homologiemodellierung.</p> <p>Prinzipien der Rezeptor-Liganden Wechselwirkung, Pharmakophorkonzept, chemische Ähnlichkeitssuche, SMILES, Prinzipien der Berechnung physikochemischer Moleküleigenschaften, physikalische und wissensbasierte Kraftfeldmodelle, Konformerenerzeugung, Dockingverfahren, Grundlagen molekularer Graphen und Graphalgorithmen, Strukturnormalisierung, Prinzipien des Moleküldesigns.</p> <p>Datenskalierung, Hauptkomponentenanalyse (PCA), t-Test, KS-Test.</p> <p>Prinzipien maschineller Lernverfahren, Funktionenschätzung, lineare Klassifizierer, Perzeptron, mehrlagige Feed-Forward-Netze, Backpropagation-of-Errors, RBF-Netze, probabilistische neuronale Netze (PNN), Support-Vector-Machine Konzept, Self-Organizing-Map (SOM), QSAR-Modellierung.</p> <p>Prinzip stochastischer Optimierungsverfahren, Monte-Carlo Ansatz, Evolutionsstrategie, Genetische Algorithmen, Particle Swarm Optimization.</p> <p>Vorstellung des Berufsbilds Bioinformatiker/in.</p>				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>				
Die Studierenden sollen Prinzipien bioinformatischer Algorithmen kennenlernen und diese hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten beurteilen und einsetzen können.				
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b>				
keine				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>				
Grundlagen des Aufbaus und der Eigenschaften biologischer Moleküle				
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Bioinformatik / FB Mathematik, Informatik				
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik				
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich				
<b>Dauer:</b> als Block nach Ankündigung				
<b>Modulkoordination:</b>				
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch				
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b>				
Teilnahmenachweise: keine				
Leistungsnachweise: keine				
Prüfungsvorleistungen: keine				
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung				
<b>Modulprüfung</b>				
Modulabschlussprüfung, benotet				

Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik  
 Wahlpflichtbereich Methoden

bestehend aus: Klausur (120 min)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Strukturelle Bioinformatik (Foundations of Bioinformatics)	V+Ü	2+2	6	Pf		X		X
Summe		4	6					

Vorlesungen, die Teilnahmevoraussetzungen für die in den nachfolgenden Modulen „**BIOW**—“ enthaltenen biologischen Praktika darstellen, sind im Wahlpflichtbereich „Systeme“ in den Modulen **BSCBIOW**— enthalten.

<b>BHOW12C</b>	<b>Spezialisierung 1 — Molekulare Mikrobiologie</b> (Specialization 1 — Molecular Microbiology)	6 CP (insg.) = 180 h			SWS 4			
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h					
<b>Inhalte</b> Vermittlung und Erlernen grundlegender Methoden der molekularen Mikrobiologie und mikrobiellen Biochemie einschließlich grundlegender Untersuchungsmethoden zur Stoffwechselregulation und mikrobiellen Genetik.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erlernen grundlegende mikrobiologische, molekulare, genetische und biochemische Labortechniken. Zudem sind die Studierenden zu einer quantitativen Auswertung und kritischen Betrachtung der Versuchsergebnisse sowie zur problembezogenen Planung von Versuchsansätzen als Voraussetzung auf eine entsprechende Bachelorarbeit befähigt.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Voraussetzung für die Teilnahme ist der erfolgreiche Abschluss der Module 1 (Struktur und Funktion der Organismen), 5 (Statistik), 6a und 6b (Diversität der Organismen) und der erfolgreiche Abschluss des Moduls 11 (Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie). Abweichungen von diesen Voraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge als BSc Biowissenschaften sind nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen vor der Teilnahme am Modul möglich.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biowissenschaften								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im SoSe								
<b>Dauer:</b> 1/2 Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Beate Averhoff								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: Protokolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum, Seminar								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Molekulare Mikrobiologie (Specialization 1 — Molecular Microbiology)	P+S	4	6	Pf		X		X
Summe		6	6					



<b>BIOW13B</b>	<b>Spezialisierung 2 — Neurobiologie I</b> (Specialization 2 — Neurobiology I)	6 CP (insg.) = 180 h			SWS 4			
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h					
<b>Inhalte</b> Vermittlung und Erlernen grundlegender Methoden der Neurobiologie, einschließlich histologischer Untersuchungen von Nervengewebe und von Sinnesorganen, grundlegender elektrophysiologischer Versuchsaufbauten, psychophysischer Untersuchungsansätze, Simulation von neuronaler Aktivität.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erlernen grundlegende neurobiologische Arbeitsweisen zum Verständnis experimenteller Herangehensweisen in der Neurobiologie und zur Vorbereitung auf eine entsprechende Bachelorarbeit.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Voraussetzung für die Teilnahme ist der erfolgreiche Abschluss des Moduls 1 (Struktur und Funktion der Organismen) und der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung „Neurobiologie“ des Moduls 10 (Neurobiologie und Tierphysiologie). Abweichungen von diesen Voraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge als BSc Biowissenschaften sind nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen <i>vor</i> der Teilnahme am Modul möglich.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Modul 5 (Statistik), 6a und 6b (Diversität der Organismen) und die Vorlesung „Tierphysiologie“ des Moduls 10.								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biowissenschaften								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im SoSe								
<b>Dauer:</b> 1/2 Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Bernd Grünewald								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: Protokolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum, Seminar								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Neurobiologie I (Specialization 2 — Neurobiology I)	P+S	4	6	Pf		X		X
Summe		6	6					

<b>BIOW13C</b>	<b>Spezialisierung 2 — Molekulare Pflanzenphysiologie</b> (Specialization 2 — Molecular Plant Physiology)	6 CP (insg.) = 180 h			SWS  4			
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h					
<b>Inhalte</b> Vermittlung und Erlernen grundlegender Methoden der molekularen Pflanzen- sowie Entwicklungsphysiologie, einschließlich grundlegender Untersuchungsmethoden zur pflanzlichen Biochemie und zur Stoffwechselregulation.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erlernen grundlegende pflanzenphysiologische, biochemische und biophysikalische Labortechniken. Zudem sind die Studierenden zu einer quantitativen Auswertung und kritischen Betrachtung der Versuchsergebnisse sowie zur problembezogenen Planung von Versuchsansätzen als Voraussetzung auf eine entsprechende Bachelorarbeit befähigt.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Voraussetzung für die Teilnahme ist der erfolgreiche Abschluss der Module 1 (Struktur und Funktion der Organismen), 2a/b (Allgemeine und anorganische Chemie), 3 (Bioorganische Chemie), 5 (Statistik) und der erfolgreiche Abschluss des Moduls 11 (Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie). Abweichungen von diesen Voraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge als BSc Biowissenschaften sind nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen <i>vor</i> der Teilnahme am Modul möglich.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Der erfolgreiche Abschluss der 6a und 6b (Diversität der Organismen) und die bestandene Teilklausur Ökologie des Moduls 9 wird empfohlen.								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biowissenschaften								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im SoSe								
<b>Dauer:</b> 1/2 Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Claudia Büchel								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: Protokolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum, Seminar								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Molekulare Pflanzenphysiologie (Specialization 2 — Molecular Plant Physiology)	P+S	4	6	Pf		X		X
Summe		6	6					

<b>BIOW14B</b>	<b>Spezialisierung 3 — Zellbiologie</b> (Specialization 3 — Cell Biology)	6 CP (insg.) = 180 h			SWS 4			
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h					
<b>Inhalte</b> In dem Praktikum werden typische experimentelle Ansätze des Faches praktisch durchgeführt. Dazu zählen z.B. verschiedene mikroskopische Verfahren, Färbetechniken und Einsatz von niedermolekularen Substanzen zur Beeinflussung der zellulären Funktionen.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden kennen den Aufbau von eukaryontischen und prokaryontischen Zellen und verstehen die Funktionsweise der verschiedenen Zellbestandteile. Sie erarbeiten sich vertiefende Kenntnisse über verschiedene Zelltypen, ihre Differenzierung und Entwicklung.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Voraussetzung für die Teilnahme ist der erfolgreiche Abschluss der Module 1 (Struktur und Funktion der Organismen), 5 (Statistik), 6a und 6b (Diversität der Organismen) und der erfolgreiche Abschluss des Moduls 7 (Biochemie und Zellbiologie). Abweichungen von diesen Voraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge als BSc Biowissenschaften sind nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen <i>vor</i> der Teilnahme am Modul möglich.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Der erfolgreiche Abschluss der 6a und 6b (Diversität der Organismen) und die bestandene Teilklausur Ökologie des Moduls 9 wird empfohlen.								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biowissenschaften								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS								
<b>Dauer:</b> 1/2 Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Anna Starzinski-Powitz								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: Protokolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum, Seminar								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
					1	2	3	4
Zellbiologie (Specialization 3 — Cell Biology)	P+S	4	6	Pf	X		X	
Summe		6	6					

<b>BIOW14C</b>	<b>Spezialisierung 3 — Genetik</b> (Specialization 3 — Genetics)	6 CP (insg.) = 180 h		SWS				
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h		4			
<b>Inhalte</b> In dem Praktikum Genetik werden Methoden der klassischen wie der molekularen Genetik durchgeführt. Typische Methoden der rekombinanten DNA-Technologie werden verwendet.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erlangen eine Übersicht über die Methoden der klassischen und molekularen Genetik (Selektionsverfahren, Rekombinante DNA-Technologie, Erzeugung gentechnisch veränderter Organismen) und verstehen die molekularen Mechanismen der Vererbung und der Expression des genetischen Materials.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Voraussetzung für die Teilnahme ist der erfolgreiche Abschluss der Module 1 (Struktur und Funktion der Organismen), 5 (Statistik), 6a und 6b (Diversität der Organismen) und der erfolgreiche Abschluss des Moduls 8 (Molekularbiologie und Genetik). Abweichungen von diesen Voraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge als BSc Biowissenschaften sind nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen vor der Teilnahme am Modul möglich.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biowissenschaften								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS								
<b>Dauer:</b> 1/2 Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Karl-Dieter Entian								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: Protokolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum, Seminar								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
					1	2	3	4
Genetik (Specialization 3 — Genetics)	P+S	4	6	Pf	X		X	
Summe		6	6					

<b>BHOW15B</b>	<b>Spezialisierung 4 — Neurobiologie II</b>	6 CP (insg.) = 180 h		SWS				
	(Specialization 4 — Neurobiology II)	Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	4				
<b>Inhalte</b> Es werden grundlegende Methoden der Neurobiologie praktisch angewendet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der zellulären und molekularen Neurobiologie								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erarbeiten sich unter Anwendung zellbiologischer und molekularbiologischer Untersuchungstechniken einen Überblick über die molekularen Funktionen von Nervenzellen und ihrer Interaktionen mit anderen Zellen.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Voraussetzung für die Teilnahme ist der erfolgreiche Abschluss der Module 1 (Struktur und Funktion der Organismen), 5 (Statistik), 6a und 6b (Diversität der Organismen) und der erfolgreiche Abschluss des Moduls 10 (Neurobiologie und Tierphysiologie). Abweichungen von diesen Voraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge als BSc Biowissenschaften sind nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen vor der Teilnahme am Modul möglich.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biowissenschaften								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS								
<b>Dauer:</b> 1/2 Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Amparo Acker-Palmer								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: Protokolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum, Seminar								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
					1	2	3	4
Neurobiologie II (Specialization 4 — Neurobiology II)	P+S	4	6	Pf	X		X	
Summe		6	6					

BIOW15C	Spezialisierung 4 — Molekularbiologie (Specialization 4 — Molecular Biology)	6 CP (insg.) = 180 h		SWS				
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h		4			
<b>Inhalte</b> In dem Praktikum werden ausgewählte Arbeitstechniken der Molekularbiologie angewendet, um ein molekulares Verständnis zellulärer Vorgänge zu erreichen.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden wenden verschiedene Methoden der Molekularbiologie an und erlangen ein tiefgehendes Verständnis des Aufbaus, der Funktionen und Interaktionen verschiedener Arten von Biomolekülen.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Voraussetzung für die Teilnahme ist der erfolgreiche Abschluss der Module 1 (Struktur und Funktion der Organismen), 5 (Statistik), 6a und 6b (Diversität der Organismen) und der erfolgreiche Abschluss des Moduls 8 (Molekularbiologie und Genetik). Abweichungen von diesen Voraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge als BSc Biowissenschaften sind nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen vor der Teilnahme am Modul möglich.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biowissenschaften								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS								
<b>Dauer:</b> 1/2 Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Jörg Soppa								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: aktive Teilnahme am Praktikum Leistungsnachweise: Protokolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum, Seminar								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Molekularbiologie (Specialization 4 — Molecular Biology)	P+S	4	6	Pf	X		X	
Summe		6	6					

<b>CHEMBIO1</b>	<b>Chemische Biologie I</b> (Chemical Biology I)	5 CP (insg.) = 150 h			SWS  3			
		Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h					
<b>Inhalte</b> Bausteine und Strukturen von DNA/RNA; Wechselwirkungen mit DNA/RNA; Festphasensynthese (modifizierter) DNA und RNA; Nukleinsäure-Chips; Enzyme zur Prozessierung von DNA; DNA-Replikation, Transkription (und deren Regulation); Klonieren; diverse Trennungsmethoden für DNA/RNA/Proteine; Blotting; PCR; FRET; Molekulare Beacons; Sanger-Sequenzierung; Didesoxysequenzierung; Deep Sequencing; DNA-Schmelzpunkte; DNA stains; Bausteine und Strukturen von Proteinen; Festphasensynthese von Peptiden; Native Chemical Ligation; Translation; Fusionsproteine; Proteinreinigung; Bausteine von Kohlenhydraten; Kohlenhydratsynthesen; Schutzgruppenstrategien.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erhalten ein elementares Verständnis der Bausteine und Strukturen der drei Naturstoffklassen Nukleinsäuren, Proteine und Kohlenhydrate und können Vorschläge zu deren chemischer und biologischer Synthese machen. Sie verstehen ferner ausgewählte Methoden zu deren Analyse und Modifikation und sind in der Lage, diese auf gegebene Fragestellungen anzuwenden. <i>Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt. Es wird erwartet, dass sich die Studierenden daran aktiv beteiligen.</i>								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Modul "Reaktionsmechanismen" (Organische Chemie II) wird dringend empfohlen								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Alexander Heckel								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Klausur								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
					1	2	3	4
Chemische Biologie I (Chemical Biology I)	V+Ü	2+1	5	Pf	X		X	
Summe		3	5					

CHSTRUFU	Struktur und Funktion (Structure and Function)	7 CP (insg.) = 210 h		SWS
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 150 h	
<p><b>Inhalte</b>  Strukturbestimmung von Wirkstoffen und Biomakromolekülen als Grundlage zum Verständnis ihrer Funktion  Röntgenstrukturanalyse: Kristallsymmetrie und Raumgruppen, Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen, kristallographisches Phasenproblem, Ablauf einer Röntgenstrukturanalyse, Bestimmung der absoluten Konfiguration, Moleküldynamik in Kristallen, Ermittlung von Reaktionswegen aus Kristallstrukturen, Kristallisation von Makromolekülen (insbesondere Proteinen), Messungen von Makromolekülkristallen an Synchrotron-Beamlines, Röntgenstrukturanalyse von Proteinen  NMR-Spektroskopie: theoretische Grundlagen der NMR-Spektroskopie, Einführung des Produktoperator-Formalismus zur Beschreibung von NMR-Experimenten, grundlegende NMR-Experimente, Abhängigkeit der NMR-Messgrößen von Strukturparametern und der Moleküldynamik, Strukturbestimmung von Proteinen und RNA  Molecular Modelling: Ziele und Vorgehensweise, Protein/Ligand-Wechselwirkungen, Struktur/Wirkungs-Beziehungen, strukturbasiertes Wirkstoffdesign, Kraftfeldmethoden, Konformationsanalyse von Biomakromolekülen  Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt; sie ist in die Vorlesung integriert. Es wird erwartet, dass sich die Studierenden daran aktiv beteiligen.</p>				
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>  Die Studierenden werden mit den wichtigsten Methoden zur Strukturbestimmung von Wirkstoffen und Biomakromolekülen vertraut gemacht und erwerben ein Verständnis für den komplexen Zusammenhang zwischen der dreidimensionalen Struktur von Molekülen und ihrer biologischen Funktion. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen der verwendeten Strukturbestimmungsmethoden und sind in der Lage, den Informationsgehalt und die Zuverlässigkeit von publizierten Strukturen zu beurteilen. Darüber hinaus helfen ihnen die vermittelten Kenntnisse bei der Lösung von Strukturproblemen im Rahmen der späteren eigenen wissenschaftlichen Arbeit.</p>				
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine</p>				
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine</p>				
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie</p>				
<p><b>Verwendbarkeit:</b> MSc Chemie, MSc Biophysik</p>				
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS</p>				
<p><b>Dauer:</b> einsemestrig</p>				
<p><b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Harald Schwalbe, Prof. Dr. Martin Grininger</p>				
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch</p>				
<p><b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b>  Teilnahmenachweise: keine  Leistungsnachweise: keine  Prüfungsvorleistungen: keine</p>				
<p><b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung</p>				
<p><b>Modulprüfung</b>  Modulabschlussprüfung, benotet</p>				



bestehend aus: Klausur (120–180 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
					1	2	3	4
Struktur und Funktion (Structure and Function)	V+Ü	4	7	Pf	X		X	
Summe		4	7					

<b>IPMR</b>	<b>Einführung in die Praxis der Magnetischen Resonanz</b>	7–10 CP (insg.) = 210–300 h		SWS 5–8
	(Introduction to the Practice of Magnetic Resonance)	Kontaktstudium 75–120 h	Selbststudium 135–180 h	
<b>Inhalte</b> <i>NMR-Spektroskopie:</i> Zuordnung von nD-NMR-Spektren von Naturstoffen, synthetischen Molekülen (mit Beispielen aus synthetisch arbeitenden Arbeitsgruppen) und Biomakromolekülen (Proteine, Peptide, RNA, DNA, Oligosaccharide) <i>EPR-Spektroskopie:</i> Analyse von Puls-EPR-Spektren; Korrelation mit MO-Rechnungen; Hyperfeinspektroskopie; Doppelresonanzmessverfahren; Abstandsmessungen im Nanometer-Bereich; Anwendungen auf Enzyme, Membranproteine und Oligonukleotide Studenten im Studiengang BSc/MSc Biophysik wählen zusätzlich zum Seminar eins oder beide der Praktika. Die Praktika finden als Blockveranstaltung statt. Dafür ist eine Anmeldung erforderlich. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des jeweiligen Praktikums bekannt gegeben.				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erlernen die Interpretation von „state of the art“ NMR- und EPR-Experimenten sowie die Bestimmung von Konformation und Dynamik an Beispielen. Sie erlernen außerdem den Umgang mit wichtigen Programmen zur Spektreninterpretation. Im Seminar werden sie mit neuen Experimenten vertraut gemacht.				
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Modul Struktur und Funktion (CHSTRUFU) oder ein Leistungsnachweis aus dem Modul Einführung in die Theorie der Magnetischen Resonanz				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Modul Struktur und Funktion (CHSTRUFU) oder Modul Einführung in die Theorie der Magnetischen Resonanz				
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie				
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc und MSc Biophysik				
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich				
<b>Dauer:</b> 1–2 Semester				
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Clemens Glaubitz, Prof. Dr. Thomas Prisner, Prof. Dr. Harald Schwalbe				
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch/Englisch				
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme am Seminar Leistungsnachweise: Leistungsnachweis zu einem Praktikum oder beiden Praktika (siehe Praktikumsregularien) Prüfungsvorleistungen: Erbringen der Leistungsnachweise				
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminar, Praktikum				
<b>Modulprüfung</b> kumulative Modulprüfung, benotet bestehend aus: Referat im Seminar; Protokoll und Abschlussgespräch für jedes absolvierte Praktikum				

Bildung der Modulnote: arithmetisches Mittel der Einzelnoten								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Moderne Anwendungen der Magnetischen Resonanz (Introduction to the Practice of Magnetic Resonance)	S	2	4	Pf	X	X	X	
NMR-Intensivkurs (Introduction to the Practice of Magnetic Resonance)	P	3	3	WP	X	X	X	
EPR-Intensivkurs (Introduction to the Practice of Magnetic Resonance)	P	3	3	WP	X	X	X	
Summe		5-8	7-10					

<b>OFCHEM</b>	<b>Moderne Oberflächenchemie</b> (Modern Surface Chemistry)	5 CP (insg.) = 150 h			SWS			
		Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h	3				
<b>Inhalte</b> Definition von Oberflächen; Herstellung von Oberflächen (insbesondere von kristallographisch hochdefinierten Oberflächen); grundsätzliche physikalische Eigenschaften von Oberflächen; Rekonstruktion und Reorganisation; mikroskopische Charakterisierung (insbesondere Sondenmikroskopie); Adsorbatbildung; Triebkraft; Unterscheidung Physisorption / Chemisorption; Charakterisierung von Bindungsenergien; Messung von Bedeckungen: optische, thermische und mechanische Methoden; Elektronenspektroskopien (XPS, Auger, EXAFS, NEXAFS); Elektronenbeugung; Infrarotspektroskopie an leitenden Oberflächen: Auswahlregeln und Aussagemöglichkeiten; Beispiele aus der Katalyse, der Korrosionsforschung, Bio-Interfaces etc.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über die Eigenschaften von und Prozesse an Oberflächen. Sie erlernen die wichtigsten Methoden zur Charakterisierung von Oberflächen und können die Triebkräfte und Effekte der Adsorbatbildung beschreiben. Zudem wird die Bedeutung von Oberflächeneffekten für verschiedene technische Prozesse (wie Katalyse, Korrosion und Adhäsion) erkannt.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Chemie, MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im SS								
<b>Dauer:</b> ein Semester								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Andreas Terfort								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: mündliche Prüfung (30–45 Min.) oder Klausur (120–180 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Moderne Oberflächenchemie (Modern Surface Chemistry)	V	3	5	Pf		X		X
Summe		3	5					

<b>SMSHRMI</b>	<b>Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie</b>	5 CP (insg.) = 150 h			SWS			
	(Single molecule spectroscopy and high resolution microscopy)	Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h	3				
<b>Inhalte</b> spektroskopische und mikroskopische Verfahren der Einzelmolekülfluoreszenz: Lokalisierung einzelner Moleküle, Tracking, single-molecule FRET, Fluoreszenzlöschung; Anwendungen von Einzelmolekülmethoden zur Untersuchung der Dynamik (z.B. Diffusion, Konformation, Bindungsstudien) einzelner Moleküle (z.B. Proteine, Nucleinsäuren, Liganden) in vitro und im zellulären Kontext; Methoden zur Überwindung der optischen Auflösungsgrenze in der Fluoreszenzmikroskopie (z.B. SIM, STED, STORM / PALM); Anwendung hochauflösender Fluoreszenzmikroskopie zur Untersuchung zellulärer Strukturen; quantitative, hochauflösende Fluoreszenzmikroskopie sowie gezielte Markierungsstrategien; Anwendung von Einzelmolekülmethoden zur Messung der Dynamik von Biomolekülen; korrelative Mikroskopiemethoden mit molekularer Auflösung								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Ziel dieses Moduls ist, den Studierenden Einsichten in „state of the art“-Methoden der experimentellen Einzelmolekültechniken sowie in die hochauflösende Fluoreszenzmikroskopie zu geben. Es wird vermittelt, welche Fragestellungen wie beantwortet werden können und wo die Grenzen bzw. Schwachpunkte der jeweiligen Methoden liegen. Der methodische Hintergrund wird durch Beispiele aus der aktuellen Forschung ergänzt und vertieft. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs wird die Vorlesung von einer Übung und eigenständiger Literaturlerarbeit begleitet.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Mike Heilemann								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: mündliche Prüfung (30–45 Min.) oder Klausur (120–180 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie (Single molecule spectroscopy and high resolution microscopy)	V+Ü	2+1	5	Pf		X		X
Summe		3	5					

<b>VSMSHR- MI</b>	<b>Vertiefung Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie</b>	5 CP (insg.) = 150 h		SWS  3
	(Advanced single molecule spectroscopy and high resolution microscopy)	Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h	
<b>Inhalte</b> Vertiefende Theorie und komplexere Anwendungen aus dem Themengebiet der Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösenden Fluoreszenzmikroskopie				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Ziel dieses Moduls ist es, den Studierenden, die bereits eine Übersicht über die Methoden der experimentellen Einzelmolekültechniken sowie in der hochauflösenden Fluoreszenzmikroskopie durch die Vorlesung „Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie“ im jeweils vorherigen Semester erhalten haben, die Möglichkeit für eine Vertiefung zu geben. Konkret wird im Modul einer der thematischen Schwerpunkte der Vorlesung detailliert in der Praxis und im Experiment umgesetzt. Jedes Wintersemester wird ein anderes Themengebiet ausgewählt (bspw. hochauflösende Lokalisationsmikroskopie (PALM, dSTORM), Fluoreszenzkorrelationspektroskopie (FCS) oder „Stimulated Emission Depletion (STED) Mikroskopie“) und im elektronischen Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben. Der vermittelte methodische Hintergrund baut direkt auf den Inhalten der Vorlesung auf, vertieft diese und wird anhand von Beispielen aus der aktuellen Forschung diskutiert. Als Grundlage für die detaillierte Diskussion wird die Vorbereitung der Themen der Seminartage durch eigenständige Literaturlernte erwartet. Von jedem Teilnehmer wird zusätzlich erwartet, im Verlauf des Seminars ein Referat über eines der Themen zu halten. Neben dem Seminar wird ein Praktikum im Forschungslabor durchgeführt, in welchem die Teilnehmer in kleinen Gruppen (ca. 3–4 Personen) das theoretisch Erlernte praktisch ausprobieren können. <i>Für die Veranstaltung ist eine Anmeldung erforderlich. Die Teilnehmerzahl ist auf 20 begrenzt. Der genaue Ablauf und die detaillierten Inhalte werden am ersten Termin besprochen und eine Einführung gegeben.</i>				
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Erfolgreiche Teilnahme (bestandene Modulprüfung) an der Vorlesung „Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie“ <i>Für die Veranstaltung ist eine Anmeldung erforderlich. Die Teilnehmerzahl ist auf 20 begrenzt. Der genaue Ablauf und die detaillierten Inhalte werden am ersten Termin besprochen und eine Einführung gegeben.</i>				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine				
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie				
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik				
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS				
<b>Dauer:</b> einsemestrig				
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Mike Heilemann				
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch				
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme an Seminar und Praktikum Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: Teilnahmenachweis				
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminar, Praktikum				
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet				

bestehend aus: Referat im Seminar								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Vertiefung Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie (Advanced single molecule spectroscopy and high resolution microscopy)	S+P	2+1	5	Pf			X	
Summe		3	5					

<b>VLASER-CHEM</b>	<b>Laserchemie</b>	5 CP (insg.) = 150 h			SWS			
	(Laser Chemistry)	Kontaktstudium 45 h	Selbststudium 105 h	3				
<b>Inhalte</b> Laserprinzipien; Lasertypen; spezielle Eigenschaften von kohärentem Laserlicht; Vertiefung der mathematischen Beschreibung; grundlegende Prinzipien der linearen und nichtlinearen Optik; Realisierung von hochstabilen Dauerstrichlasern sowie gepulsten Laserquellen; spektroskopische Methoden (insbesondere elektronische Spektroskopie und Schwingungsspektroskopie); apparative Realisierung von spektroskopischen Prinzipien; Anwendung auf chemische Fragestellungen; gezielter Einsatz der Laserspektroskopie in den Biowissenschaften.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden lernen Anwendungsmöglichkeiten von Lasern und die erforderliche Instrumentierung kennen. Sie erfahren, welche wissenschaftlichen Fragestellungen mit Lasern untersucht werden können und welche Laserinstrumente dafür verfügbar sind. Insbesondere werden anhand aktueller Publikationen neue Forschungsergebnisse vorgestellt und diskutiert. Hierbei werden moderne Konzepte der molekularen Dynamik erarbeitet. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes findet eine Übung statt. Diese beinhaltet die Beschäftigung mit Übungsaufgaben bzw. aktuelle Literaturbesprechungen und Laborführungen. Es wird erwartet, dass sich die Studierenden daran aktiv beteiligen.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Braun								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme und Bearbeitung der Übungsaufgaben Leistungsnachweise: regelmäßige Teilnahme und Bearbeitung der Übungsaufgaben Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Leistungsnachweise								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Klausur (120–180 Min.) (in Ausnahmefällen mündl. Prüfung (30–45 Min.))								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Prinzipien und Anwendungen von Lasern in der Chemie (Laser Chemistry)	V+Ü	2+1	5	Pf		X		X
Summe		3	5					



<b>IMPRO</b>	<b>Bildverarbeitung</b> (Image Processing)	6 CP (insg.) = 180 h		SWS 4
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Image processing is currently one of the most exciting fields of research and development. Modern imaging techniques used in medicine and biology are not possible without dedicated and highly specialized image processing algorithms and hardware. Meanwhile image processing is also essential in various fields such as social networks, intelligent car design, and the 3D movie industry.</p> <p>The lecture comprehensively addresses all basic image processing algorithms and provides the platform for designing new and improved ones. Both the mathematical background as well as the implementation is discussed. Given the great expertise of the Goethe University in imaging techniques, the algorithms will be associated to modern imaging methods like medical tomography, fluorescence light microscopy and transmission electron microscopy.</p> <p>Parallel to the lecture Image Processing, a lab class trains students in the development of new software algorithms on platforms like MATLAB and/or C/C++. Exercises for the following week are given to the students one week ahead. In the two hours of the lab class, the algorithms and results of the students are being discussed in detail with the tutors. The students are expected to have finished their homework by the following week, in which the procedure is repeated again. In this way we ensure a stepwise increase in the complexity of the algorithms and an optimized learning experience.</p> <p>Throughout the week we offer support both in terms of hardware and consulting, so that all exercises can be completed successfully.</p> <p>Topics include: Fourier Transform, Imaging Methods, Image Reconstruction Methods, Denoising methods, Image manipulation methods, MATLAB programming, C/C++ programming</p> <p>Bildverarbeitung ist gegenwärtig eines der spannendsten Gebiete in Forschung und Entwicklung. Moderne Bildgebungsverfahren in Medizin und Biologie sind ohne dezidierte und hoch spezialisierte Bildverarbeitungsalgorithmen und Hardware unmöglich. Mittlerweile ist Bildverarbeitung auch essentiell in so verschiedenen Gebieten wie sozialen Netzwerken, der Entwicklung intelligenter Automobile und der 3D-Filmindustrie.</p> <p>Die Vorlesung behandelt umfassend alle grundlegenden Bildverarbeitungsalgorithmen und legt die Basis für die Entwicklung neuer und verbesserter Algorithmen. Sowohl der mathematische Hintergrund als auch die Implementation werden diskutiert. Auf der Basis der großen Expertise der Goethe-Universität in bildgebenden Verfahren werden Anwendungen der Algorithmen in modernen Bildgebungstechniken wie der medizinischen Tomographie, der Fluoreszenzmikroskopie und der Transmissionselektronenmikroskopie vorgestellt.</p> <p>Parallel zur Vorlesung trainiert ein Praktikum die Studierenden in der Entwicklung neuer Algorithmen auf der Basis von Plattformen wie beispielsweise MATLAB und/oder C/C++. Aufgaben für die folgende Woche werden den Studierenden in der vorangehenden Woche gestellt. Während der zwei Praktikumsstunden werden die Algorithmen und Ergebnisse der Studenten im Detail mit den Tutoren diskutiert. Von den Studierenden wird erwartet, dass sie die Hausarbeiten in der folgenden Woche abgeschlossen haben, worauf sich dieser Zyklus wiederholt. Dadurch ergibt sich eine schrittweise Erhöhung der Komplexität der Algorithmen und eine optimierte Lernerfahrung. Während der gesamten Woche bieten wir Unterstützung durch Hardware und Beratung, so dass alle Übungen erfolgreich bearbeitet werden können.</p> <p>Themen beinhalten: Fourier-Transformation, Verfahren zur Bildgebung, Bildrekonstruktion, Entrauschen und Bildbearbeitung, MATLAB-Programmierung, C/C++-Programmierung</p>				
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b></p> <p>This module provides a comprehensive introduction to image processing. With increasing computing power image processing methods use sophisticated algorithms to accomplish a variety of tasks. As a result of this module, students know a variety of algorithms and ways of processing multidimensional images. In the lab class students become familiar with modern higher-level programming languages (e.g. MATLAB) and modern software development.</p> <p>Das Modul vermittelt umfassende Kenntnisse zur Bildverarbeitung. Mit zunehmender Rechenleistung verwenden Bildverarbeitungsmethoden hochentwickelte Algorithmen zur Lösung verschiedenster Aufgaben. Nach Absolvieren dieses Moduls beherrschen Studierende eine Reihe solcher Algorithmen sowie Verfahren zur Verarbeitung mehrdimensionaler Bilder. Im Praktikum machen sich Studierende mit modernen higher-level Programmiersprachen (z.B. MATLAB) und moderner Softwareentwicklung vertraut.</p>				
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b></p> <p>keine</p>				
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <p>Module VEX1A, VEX1B</p>				
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Physik / FB Physik</p>				
<p><b>Verwendbarkeit:</b> BSc Physik, MSc Physik, BSc Biophysik, MSc Biophysik</p>				

<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Frangakis								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b>								
Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme am Praktikum								
Leistungsnachweise: erfolgreiche Teilnahme am Praktikum; Studienleistungen gemäß Studienordnung Physik, unbenotet								
Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Leistungsnachweise								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Praktikum								
<b>Modulprüfung</b>								
grundsätzlich keine; auf Wunsch des oder der Studierenden benotete Modulabschlussprüfung in Form einer mündlichen Prüfung (20–40 Min.) oder einer Klausur (45–120 Min.) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Bildverarbeitung (Image Processing)	V	2	3	Pf		X		X
Praktikum Bildverarbeitung (Lab Class Image Processing)	P	2	3	Pf		X		X
Summe		4	6					

<b>LEMIKRO</b>	<b>Licht- und Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</b>	6 CP (insg.) = 180 h		SWS  4
	(Light and Electron Microscopy with Image Processing)	Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	
<b>Inhalte</b>				
<p><i>Licht- und Elektronenmikroskopie:</i> Moderne Visualisierungsverfahren in Forschung und Entwicklung in Biologie und Medizin erfordern die Verschmelzung verschiedener mikroskopischer Verfahren. In der Vorlesung werden verschiedene mikroskopische Verfahren ausführlich dargestellt und ihr mathematischer und physikalischer Hintergrund detailliert erläutert. Wir bieten eine Einführung in Mikroskopietechniken, beginnend bei konventioneller Lichtmikroskopie und Fluoreszenzmikroskopie, und weiter zur Transmissionselektronenmikroskopie und -tomografie. Die Vorlesung wird begleitet von einem Praktikum, in dem die Studierenden die Entwicklung von Softwarealgorithmen in MATLAB und/oder C++ üben. Schlüsselworte: Lichtmikroskopie (verschiedene Anwendungen), Elektronenmikroskopie (verschiedene Anwendungen), Fourier-Transformation</p> <p>Modern visualization of samples in research and development in biology and medicine can only be performed through the merging of different microscopy methods. Here we offer a lecture, which comprehensively addresses several microscopy techniques, and explains their physical and mathematical background in detail. We give a comprehensive introduction to microscopy techniques, starting from conventional light microscopy and fluorescence light microscopy and proceeding to transmission electron microscopy and tomography. Accompanying to the lecture we run a practical course to train students in the development of new software algorithms on platforms like MATLAB and/or C++.</p> <p>Keywords: light microscopy (various applications), electron microscopy (various applications), Fourier transform</p> <p><i>Licht- und Elektronenmikroskopie: Bildverarbeitung mit MATLAB:</i> Moderne Visualisierungsverfahren in Forschung und Entwicklung in Biologie und Medizin erfordern die Verschmelzung verschiedener mikroskopischer Verfahren. Begleitend zur Vorlesung <i>Licht- und Elektronenmikroskopie</i> bieten wir dieses Praktikum an, in dem die Studierenden die Entwicklung von Softwarealgorithmen in MATLAB und/oder C++ üben. Übungen für die Folgewoche werden eine Woche vorher ausgegeben. In den zwei Stunden des Praktikums werden die Algorithmen und Ergebnisse der Studierenden detailliert mit den Tutoren besprochen. Die Hausaufgaben sollen in der anschließenden Woche fertig bearbeitet sein, wonach sich die Schrittfolge wiederholt. Auf diese Weise wird die Komplexität der Algorithmen schrittweise erhöht und eine gute Lernerfahrung erreicht. Wir bieten technische und inhaltliche Beratung während der ganzen Woche, so dass alle Übungen erfolgreich bearbeitet werden können. Schlüsselworte: Lichtmikroskopie (verschiedene Anwendungen), Elektronenmikroskopie (verschiedene Anwendungen), Fourier-Transformation, MATLAB-Programmierung, C/C++ -Programmierung</p> <p>Modern visualization of samples in research and development in biology and medicine can only be performed through the merging of different microscopy methods. Accompanying to the lecture <i>Light and Electron Microscopy</i> we run this practical course to train students in the development of new software algorithms on platforms like MATLAB and/or C++. Exercises for the following week are given to the students one week ahead. In the two hours of the practical course, the algorithms and results of the students are being discussed in detail with the tutors. The students are expected to have finished their homework by the following week, where the procedure is repeated again. In this way we maintain a stepwise increase in the complexity of the algorithms, and a great learning experience. We offer support both in terms of hardware and consulting throughout the week, such that all exercises are completed successfully.</p> <p>Keywords: electron microscopy (various applications), light microscopy (various applications), Fourier Transform, MATLAB programming, C/C++ programming</p>				

<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>                  Mikroskopische Verfahren sind unerlässlich für Diagnose, Analyse und Untersuchung einer großen Vielfalt an Proben auf allen Auflösungsstufen, beginnend bei Molekülen, über einzelne Zellen hin zu kompletten Organismen.                  Vorlesung: Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung eines breiten Spektrums moderner mikroskopischer Verfahren, wie sie in Forschung und Industrie eingesetzt werden. Nach der Vorlesung können die Studierenden die Anwendungsfelder, Ähnlichkeiten und Unterschiede dieser Verfahren benennen. Darüberhinaus sind die Studierenden in der Lage, die richtigen Methoden für eine gegebene Anwendung auszuwählen und zu kombinieren; sie verstehen die Einschränkungen bei der Probenpräparation und können selbstständig Experimente für medizinische und biologische Fragestellungen entwerfen.                  Praktikum: Die Themen der Vorlesung werden im praktischen Kurs vertieft, in dem die Studierenden in moderne Softwareentwicklung eingeführt werden und lernen, mit modernen High-Level-Programmiersprachen wie MATLAB zu programmieren.</p> <p>Microscopy methods are indispensable in diagnosis, analysis and investigation of a large variety of samples across the resolution scale, starting from molecules to single cells to complete organisms.                  Vorlesung: The aim of the lecture is to teach a wide spectrum of modern microscopy techniques, as being used in cutting-edge research and industry. At the end of this lecture the students should be able to understand the areas of application for the above-mentioned techniques, their similarities and differences. Furthermore, the students should be able to choose and combine the proper technique for their specific application, understand the preparation caveats and being able to independently design experiments in order to address various medical and biological questions.                  Praktikum: The topics of the lecture can be deepened in the accompanying practical course which trains the students in modern programming higher-level languages (e.g. MATLAB), and teaches them modern software development.</p>
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b>                  keine</p>
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>                  Module VEX1A, VEX1B</p>
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik / FB Physik</p>
<p><b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich</p>
<p><b>Dauer:</b> einsemestrig</p>
<p><b>Modulkoordination:</b> Frangakis</p>
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch (Deutsch auf Wunsch)</p>
<p><b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b>                  Teilnahmenachweise: Praktikum: regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme                  Leistungsnachweise: Vorlesung: gemäß Studienordnung Physik, unbenotet                  Prüfungsvorleistungen: Erbringen aller Teilnahme- und Leistungsnachweise</p>
<p><b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Praktikum</p>
<p><b>Modulprüfung</b>                  kumulative Modulprüfung, benotet                  bestehend aus: auf Wunsch des oder der Studierenden benotete kumulative Modulprüfung in Form einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters) für die Vorlesung sowie einer benoteten Programmieraufgabe für das Praktikum</p>

Bildung der Modulnote: nach CP gewichtetes, arithmetisches Mittel der Einzelnoten								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Licht- und Elektronenmikroskopie (Light and Electron Microscopy)	V	2	3	Pf	X		X	
Licht- und Elektronenmikroskopie: Bildverarbeitung mit MATLAB (Light and Electron Microscopy: Image Processing with MATLAB)	P	2	3	Pf	X		X	
Summe		4	6					

<b>ISSBPH</b>	<b>Internationale Sommerschule Biophysik</b> (International Summer School in Biophysics)	5 CP (insg.) = 150 h		SWS				
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 90 h		5			
<b>Inhalte</b> Die Internationale Sommerschule Biophysik wird in einer Kooperation der Goethe-Universität Frankfurt und der Fudan-Universität Shanghai alternierend an beiden Orten ausgerichtet. Wechselnde Dozenten beider Einrichtungen halten Blockkurse zu speziellen Themen der Biophysik und angrenzender Themengebiete für Studierende aus beiden Hochschulen.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> <i>Ziele:</i> Neben dem Verständnis des behandelten Stoffs dient das Modul zur Knüpfung von Kontakten mit ausländischen Dozenten und Studierenden. Die Durchführung eines Praktikums oder der Bachelor- bzw. Masterarbeit im Ausland kann angebahnt werden. <i>Kompetenzen:</i> Die Studierenden sollen das vermittelte Wissen sicher anwenden können. Das wissenschaftliche Englisch wird in den Vorlesungen und Diskussionsrunden geübt.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> Abschluss der Module BPH2N, VEX3, VTH3. Die Teilnehmerzahl ist beschränkt.								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Das Modul eignet sich für Studierende im Masterstudiengang sowie für Studierende im Bachelorstudiengang ab dem 4. Fachsemester								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biophysik / FB Physik								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> unregelmäßig, i.d.R. jährlich in der vorlesungsfreien Zeit nach dem SoSe								
<b>Dauer:</b> zweiwöchiger Blockkurs								
<b>Modulkoordination:</b> Wille								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Klausur (120 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Internationale Sommerschule Biophysik (International Summer School in Biophysics)	VÜSP	5	5	Pf		X		X
Summe		5	5					

<b>BPMWPS1</b>	<b>Vertiefung: Methoden der Biophysik</b>	6–12 CP (insg.) = 180–360 h		SWS
	Advanced Topics: Biophysical Methods	Kontaktstudium 60–120 h	Selbststudium 120–240 h	
<p><b>Inhalte</b> abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:</p> <p><i>Advanced Chemical Biology: Vorlesung:</i> fortgeschrittene Aspekte der DNA/RNA- und Proteinsynthese und -analytik; moderne diagnostische und spektroskopische Methoden zur Untersuchung der Biopolymere und zum Verständnis ihrer Funktion; DNA-Analoga und deren Herstellung; Antisense-Strategie; RNA-Interferenz; miRNAs; Antagomirs; RNA splicing; RNA editing; Aptamere; Ribozyme; Riboswitches; Ladungstransport in DNA; DNA-Reparatur; Photoschäden von Nucleinsäuren und deren Reparatur; nucleic acid structural probing (SHAPE, footprinting, RNase digest); Polyketide; Proteine mit nichtnatürlichen Aminosäuren Es ist möglich, nur an der Vorlesung oder nur am Praktikum teilzunehmen. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt; sie ist in die Vorlesung integriert.</p> <p><i>Advanced Chemical Biology: Praktikum:</i> grundlegende Methoden der Manipulation und Charakterisierung von DNA und Proteinen; Proteinexpression; Zellkultur- und Ligandenbindungsstudien Es ist möglich, nur an der Vorlesung oder nur am Praktikum teilzunehmen. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt; sie ist in die Vorlesung integriert. Das Praktikum findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt. Dafür ist eine Anmeldung erforderlich. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben.</p> <p><i>Chemische Biologie II:</i> Schwerpunktthemen sind Methoden und Prinzipien, die in der Forschung auf dem Gebiet der Chemischen Biologie in Frankfurt eine Rolle spielen oder von besonderer Wichtigkeit sind, aber noch nicht im Modul Chemische Biologie I besprochen wurden, zum Beispiel DNA- und RNA-Faltung; Ligandenbindung; Cofaktoren; DNA-Strukturen; Proteinstruktur und Proteinfaltung; Funktion von DNA, RNA und Proteinen in der Zelle; Multienzymproteine. Das Seminar findet in Kleingruppen statt. Die betreuenden Dozenten geben Aufgabenstellungen aus, die von den Studierenden bearbeitet werden. Die Ausarbeitung wird in der Gruppe vorgestellt und ausführlich diskutiert.</p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung: Vorlesung:</i> Die Vorlesungen werden eine Übersicht über die Grundlagen der Transmissionselektronenmikroskopie geben und verschiedene Präparationsmethoden für biologische Proben darstellen. Weiterhin werden grundlegende Bildverarbeitungsmethoden mit einem Schwerpunkt auf Strukturaufklärung mittels Elektronentomographie diskutiert. <i>Nur zusammen mit dem Praktikum absolvierbar.</i></p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung: Praktikum:</i> In den Praktika werden die Studierenden in kleinen Gruppen von maximal 3 Studierenden arbeiten. Es werden Negativkontrastierungs- und Kryofixationsmethoden eingeübt. Der Prozess der Ultramikrotomie mittels Diamantmessern wird demonstriert und die Studierenden werden selbstständig Ultradünnschnitte erstellen. Die Studierenden werden Bilder ihrer zum Teil zuvor selbst hergestellten Proben an Transmissionselektronenmikroskopen der modernsten Generation aufnehmen. Abschließend werden tomographische Daten im Computer rekonstruiert und die weiteren Bildverarbeitungsschritte an Beispielen diskutiert. <i>Nur zusammen mit der Vorlesung absolvierbar.</i></p> <p><i>Angewandte Elektronik für die Laborpraxis:</i> Schaltpläne, Schaltkreisdimensionierung, Schaltungsaufbau, Bauteilauswahl, Spannungsversorgungen, Halbleiterschaltungen, Signalverarbeitung, Filter, MSR-Anwendungen</p> <p><i>Biochemische Methoden in der Biophysik:</i> Die vorgestellten Techniken beinhalten: Methoden der Molekularbiologie (Identifikation und Isolierung von Genen, Sequenzierung, Synthese, Klonierung, Mutagenese, Expression von rekombinanten Genen); Proteinchemische Methoden (lösliche Expression, Rückfaltung von denaturierten Proteinen, Besonderheiten bei Membranproteinen, chromatographische Trennverfahren, Pufferaustausch und Konzentrieren, Immobilisieren, Kristallisieren); Analytische Methoden (Konzentrations- und Reinheitsbestimmung, Elektrophorese, Bestimmung von Bindungskonstanten und Aktivitäten); Markierungstechniken (<i>Tags</i>, chemische Label, Isotopenlabel, künstliche Aminosäuren); biochemisch relevante Datenbanken und Software</p>				

*Biomolekulare Dynamik — Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:* Experimentelle Methoden werden vorgestellt aus den Bereichen: Ultrakurzzeitspektroskopie; nichtlineare Laserspektroskopie; Einzelmolekülspektroskopie; Einzelmolekülmikroskopie; Kraftmikroskopie; Optische Pinzetten; zeitaufgelöste NMR-Spektroskopie; Massenspektrometrie; zeitaufgelöste Röntgenbeugung, Kristallographie und Elektronenbeugung. Der Informationsgehalt der verschiedenen Experimente wird anhand wichtiger Beispiele erläutert. Diese umfassen unter anderem: Protonentransfer; Bruch und Bildung chemischer Bindungen; Katalysatoren; Bildung transientser Strukturen in Flüssigkeiten; Energietransfer in Molekülen; Proteinfaltung; Enzymfunktion; Photorezeptoren; Molekulare Motoren; Photosynthese.

*Elektrophysiologie:* Das Modul vermittelt Grundkenntnisse in der Elektrophysiologie, wobei elektrochemische Prinzipien und Grundlagen zusammengestellt werden, die für das Verständnis dieses Themas wichtig sind, und es werden verschiedene elektrophysiologische Methoden sowie Möglichkeiten der Datenanalyse dargestellt. Die wichtigsten elektrischen Leitfähigkeiten einer Zellmembran bezüglich ihrer charakteristischen Eigenschaften und die Grundlagen der Erregbarkeit werden beschrieben. An Hand von Beispielen wird aufgezeigt, wie elektrophysiologische Methoden zur funktionellen Charakterisierung von Kanal- und Carriermolekülen genutzt werden können. Die Kombination von Elektrophysiologie, Molekularbiologie und Pharmakologie wird als eine wichtige Vorgehensweise dargestellt, um Erkenntnisse über Struktur, Funktion und Regulation der Membranpermeabilitäten zu gewinnen, die die Grundlage für viele zelluläre Funktionen bilden.

*Infrarotspektroskopie an Biomolekülen:* theoretische Grundlagen der Infrarotspektroskopie, praktische Ausführung der modernen Infrarotspektroskopie, Probenformen für die Infrarotspektroskopie, experimentelle und theoretische Zuordnung von Infrarotsignalen, Beispiele für die Infrarotspektroskopie in den Lebenswissenschaften oder in der Biotechnologie. Übungsaufgaben sind in die Vorlesung integriert.

*Laser- und Optoelektronik:* Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder, Fourier-Transformationen, zeitliche und räumliche Wellenausbreitung, Gauß-Strahlen, geometrische Optik, optische Resonatoren, Wellendispersion. Lasergrundlagen: Strahlende Übergänge, spektrale Verbreiterung, Verstärkungssättigung, Dauerstrich- und gepulster Laserbetrieb, Modenkopplung, verschiedene Lasertypen (Gas, Festkörper, Farbstoff), Halbleiterlaser. Nichtlineare Optik: Oberwellenerzeugung, Phasenanpassung, elektrooptische Modulation, Selbstphasenmodulation, Messung optischer Pulse, Detektion optischer Strahlung.

*Spektralanalyse physiologischer Signale:* Sampling Theorem, Fourier-Analyse und Powerspektren stationärer Signale, Konzept des Analytischen Signals und Zeit-Frequenz-Darstellung, gefensterter Fourier-Transformation, diskrete und kontinuierliche Wavelet-Analyse, Realignment-Methoden, Kohärenz, vollständige und partielle Synchronisation

**Die Liste von möglichen Lehrveranstaltungen für dieses Modul mit deren Kombinationsmöglichkeiten kann gemäß §12 StO ergänzt werden.**

**Sollen im Modul mehrere Lehrveranstaltungen belegt werden, so muss jede dieser Lehrveranstaltungen mit wenigstens einer der anderen im Modul zu belegenden**

**Lehrveranstaltungen kombinierbar sein. Die Kombinierbarkeit wird in der Tabelle durch ein „X“ angezeigt.**

\*\*\*\*\* Hier wird die Kreuztabelle eingefügt \*\*\*\*\*



### Lernergebnisse / Kompetenzziele

Das Modul ermöglicht eine weitergehende fachliche Spezialisierung zu experimentellen und theoretischen biophysikalischen Arbeitsmethoden durch eine Reihe von vertiefenden Lehrveranstaltungen, aus denen die Studierenden geleitet von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse des Masterprojekts auswählen. Diese Lehrveranstaltungen bauen auf den Inhalten der Pflicht- und Wahlpflichtmodule des Bachelor- bzw. Masterstudiengangs auf und vermitteln weitere und vertiefende Kenntnisse zur Herstellung eigener biophysikalischer Versuchsaufbauten und Proben, sowie der Untersuchung dieser Proben hinsichtlich ihrer spektroskopischen, strukturellen und dynamischen Eigenschaften.

Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:

- die Funktionsprinzipien der vorgestellten Methoden im Detail erläutern
- typische Anwendungsfälle der vorgestellten Methoden benennen und diskutieren
- für eine gegebene Fragestellung eine geeignete Methode oder sinnvolle Kombinationen mehrerer Methoden auswählen
- Vor- und Nachteile einer Methode im Vergleich mit möglichen anderen abwägen
- Limitationen einer Methode erkennen
- mit einer Methode gewonnene Ergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Limitationen zu bewerten

### Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls

keine

#### Empfohlene Vorkenntnisse:

abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:

*Advanced Chemical Biology* : Grundkenntnisse der chemischen Biologie, z. B. aus dem Modul CHEMBIO1 (Chemische Biologie I)

*Advanced Chemical Biology* : Grundkenntnisse der chemischen Biologie, z. B. aus dem Modul CHEMBIO1 (Chemische Biologie I)

*Chemische Biologie II* : keine

*Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung* : Grundlagenkenntnisse in Optik (z.B. Lichtmikroskopie)

*Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung* : Grundlagenkenntnisse in Optik (z.B. Lichtmikroskopie)

*Angewandte Elektronik für die Laborpraxis* : Grundbegriffe der Elektrizitätslehre und Elektrodynamik (Elektrisches Potenzial, Spannung, Strom, Widerstand, Leistung, elektrische Netzwerke, Kondensator, Spule, Induktion, Wechselspannung, Impedanz). Grundbegriffe der Atom- und Quantenphysik (Atomaufbau, Valenzelektronen, Absorption und Emission, Potenzialtöpfe). Grundkenntnisse der Halbleiterphysik (Leitungs- und Valenzband, Dotierung, pn-Übergänge) sind wünschenswert.

*Biochemische Methoden in der Biophysik* : Grundbegriffe der allg. und anorganischen Chemie (Begriffe: Stoffmenge, Konzentration, Reaktionsgeschwindigkeit und -gleichgewicht, pH-Wert; Funktionsweise von Puffern), Struktur von Nukleinsäuren und Proteinen, Grundlagen der elektronischen Spektroskopie (Absorptionskoeffizient, Lambert-Beer'sches Gesetz, Fluoreszenz) Grundkenntnisse der Biochemie (Stoffwechsel von Pro- und Eukaryoten) und der organischen Chemie (grundlegende Reaktionstypen) sind wünschenswert

*Biomolekulare Dynamik — Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden* : keine

*Elektrophysiologie* : Inhalte der Vorlesungen Biophysik I oder Biophysik Nebenfach

*Infrarotspektroskopie an Biomolekülen* : Grundlagen des Aufbaus und der Eigenschaften biologischer Moleküle, beispielsweise aus den Vorlesungen Biophysik I oder der Vorlesung Biophysik Nebenfach

*Laser- und Optoelektronik* : Inhalt der Veranstaltungen *Experimentalphysik 1–4*, *Theoretische Physik 1–4*, *Anfängerpraktikum 1–2*

Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik  
 Wahlpflichtbereich Methoden

<i>Spektralanalyse physiologischer Signale</i> : Gute Kenntnis der kontinuierlichen Fourier-Transformation, gute Kenntnisse einer Programmiersprache (z.Bsp. Python, Java, Matlab, C/C++ oder Fortran)
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik; Biochemie, Chemie, Pharmazie; Biowissenschaften
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Semester
<b>Dauer:</b> ein- oder einsemestrig
<b>Modulkoordination:</b> Mäntele
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: im Fall von Lehrveranstaltungen mit begleitenden Übungen regelmäßige Teilnahme an den Übungen, ansonsten keine Leistungsnachweise: im Fall von Lehrveranstaltungen mit begleitenden Übungen regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, ansonsten Nachweise für die Studienleistungen gemäß §15(6) StO nach Festlegung des Lehrveranstaltungsleiters zu Beginn der Veranstaltung Prüfungsvorleistungen: bei Abschluss mit Modulabschlussprüfung: Erbringen der Teilnahme- und Leistungsnachweise für die Lehrveranstaltung, zu der die lehrveranstaltungsbezogene Prüfung abgelegt werden soll
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesungen, Übungen, Proseminare/Seminare, Praktika
<b>Modulprüfung</b>

grundsätzlich keine; ohne Prüfung erfolgt der Abschluss des Moduls durch die zu erbringenden Studienleistungen. Auf Wunsch des/der Studierenden wird eine der nachfolgend genannten lehrveranstaltungsbezogenen Prüfungen (benotet) durchgeführt, die sowohl die konkreten Inhalte der jeweiligen LV als auch die übergeordneten Lernziele des Moduls prüft. Soll der Abschluss des Moduls durch Prüfungsleistung erfolgen, so muss dies durch den Studierenden vor der Erbringung der Leistung durch Anmeldung zur Prüfung verbindlich festgelegt werden.

*Advanced Chemical Biology*: Vorlesung: Klausur (180 min); Praktikum: Protokoll

*Chemische Biologie 2*: Referat (30 min)

*Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung*: Abschlussvortrag (Präsentation eines Originalartikels unter Einbeziehung verwandter Literatur, 20 min inkl. Diskussion)

*Angewandte Elektronik; Biochemische Methoden in der Biophysik; Biomolekulare Dynamik — Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden; Elektrophysiologie; Infrarotspektroskopie an Biomolekülen; Spektralanalyse physiologischer Signale*: jeweils mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (90 min) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)

*Laser- und Optoelektronik*: mündliche Prüfung (20–40 Min.) oder Klausur (45–120 Min., i.d.R. 90 min) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Advanced Chemical Biology	V+Ü	2	4	WP		X		X
Advanced Chemical Biology	P	4	4	WP	X		X	
Chemische Biologie II (Chemical Biology II)	S	2	4	WP		X		
Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Introduction to Biological Electron Cryo Microscopy and Image Analysis)	V	1	1.5	WP	X	X	X	X
Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Introduction to Biological Electron Cryo Microscopy and Image Analysis)	P	1	1.5	WP	X	X	X	X
Angewandte Elektronik für die Laborpraxis (Practical Electronics for Laboratory Applications)	V+Ü	2	3	WP		X		X
Biochemische Methoden in der Biophysik (Biochemical Methods in Biophysics)	V	2	3	WP		X		X
Biomolekulare Dynamik — Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden (Biomolecular Dynamics — Measuring Methods and Applications from Femtoseconds to Seconds)	V	2	3	WP		X		X
Elektrophysiologie (Electrophysiology)	V	2	3	WP	X		X	
Infrarotspektroskopie an Biomolekülen (Infrared Spectroscopy of Biomolecules)	V+Ü	2	3	WP	X		X	
Laser- und Optoelektronik (Laser and Optoelectronics)	V	2	3	WP	X		X	
Spektralanalyse physiologischer Signale (Spectral analysis of physiological signals)	V+Ü	2	3	WP	X		X	
Summe		4–8	6–12					

### 1.2.3 Wahlpflichtbereich Systeme

BPHBIO1	<b>Biologie 1: Struktur und Funktion der Organismen</b> (Biology 1: Structure and Function of Organisms)	6 CP (insg.) = 180 h		SWS					
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	4					
<b>Inhalte</b> In dieser Veranstaltung wird eine Einführung in die Biologie gegeben. Wichtige Kenntnisse über den Bau und die Funktion pflanzlicher und tierischer Zellen werden in Bezug gesetzt zu Bauplänen von Organismen, wobei funktionelle und evolutionäre Zusammenhänge auf den unterschiedlichen Organisationsebenen der belebten Natur behandelt werden. Die Inhalte umfassen Zellbiologie, funktionelle Organisation der Pflanzen, funktionelle Organisation der Tiere, Evolution und Anthropologie. <b>adaptiert nach Modulbeschreibung in BSc Biowissenschaften</b>									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erarbeiten sich in der Vorlesung und der selbständigen Vor- und Nachbereitung komplexes Faktenwissen über den Bau und die Funktion pflanzlicher und tierischer Organismen. Sie lernen, Kenntnisse über den Bau und die Funktion pflanzlicher und tierischer Zellen in Bezug zu setzen mit den Bauplänen von Organismen, wobei funktionelle und evolutionäre Zusammenhänge auf den unterschiedlichen Organisationsebenen der belebten Natur behandelt werden.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften									
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich									
<b>Dauer:</b> einsemestrig									
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Claudia Büchel, Prof. Dr. Manfred Kössl									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch									
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung									
<b>Modulprüfung</b> kumulative Modulprüfung, benotet bestehend aus: zwei Klausuren (je 60 Min.) Bildung der Modulnote: arithmetisches Mittel der Einzelnoten									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
						1	2	3	4
Struktur und Funktion der Organismen (Biology 1: Structure and Function of Organisms)		V	4	6	Pf	X		X	
Summe			4	6					

<b>HUMBIO</b>	<b>Humanbiologie</b> (Human biology)	9 CP (insg.) = 270 h		SWS				
		Kontaktstudium 90 h	Selbststudium 180 h	6				
<b>Inhalte</b> Die Studierenden erhalten einen Einblick in die Struktur des menschlichen Körpers und in die Funktionsweise der Organe. Zellbiologische und humangenetische sowie ernährungsphysiologische Grundlagen werden kurz angesprochen. Dazu werden typische Krankheitsbilder der einzelnen Organsysteme erläutert. Sommersemester (3 SWS): makroskopische Anatomie, Gewebetypen, Integumente, Skelett und Skelettmuskel, Herz und Gefäße, glatter Muskel, Kreislaufabschnitte, Blut, Respirationstrakt, Nieren, Verdauungssystem. Wintersemester (3 SWS): Zelle, Neurophysiologie und Neurochemie, Gehirn und Rückenmark, motorische und sensorische Systeme, autonomes Nervensystem, Sinnesorgane. Endokrines System, Ernährung und Stoffwechsel, Lymphatisches System und Immunität, Sexualorgane, Schwangerschaft und Vererbung.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden können nach erfolgreichem Absolvieren der Veranstaltung den Aufbau von Zellen und Organen des Menschen skizzieren. Sie sind in der Lage, den verschiedenen Zelltypen und Organen ihre Funktion auf mikroskopischer als auch makroskopischer Ebene zuzuordnen. Die Studierenden können die Steuerung des Organismus durch Nerven- und Hormonsysteme beschreiben.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biochemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biochemie								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> zweisemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Jochen Klein								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Abschlussklausur (120 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
					1	2	3	4
Anatomie und Physiologie I (Human biology)	V	3	4,5	Pf		X		
Anatomie und Physiologie II (Human biology)	V	3	4,5	Pf	X		X	
Summe		6	9					

<b>VOC2</b>	<b>Reaktionsmechanismen der organischen Chemie</b> (Reaction mechanisms in organic chemistry)	8 CP (insg.) = 240 h			SWS 5			
		Kontaktstudium 75 h	Selbststudium 165 h					
<b>Inhalte</b> nucleophile Substitutionen; radikalische Substitutionen und Additionen; Cycloadditionen; Carbene; Ketene; elektrophile Additionen; Oxidationen; Reduktionen; Eliminierungen; Additionen an Carbonylverbindungen; Reaktionen von Organometallverbindungen; Substitutionen an Carbonsäurederivaten; Enole und Enolate; Enamine und Imine; aldolartige Reaktionen; Umlagerungen; Vorstellung einer beispielhaften Naturstoffsynthese								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe chemischer Reaktivität (z. B. Nucleophile, Elektrophile, Abgangsgruppen) und leiten mechanistische Modellvorstellungen aus kinetischen und stereochemischen Beobachtungen ab. Geführt durch das Ordnungsprinzip der Mechanismen erarbeiten sie sich die Namensreaktionen der Organischen Chemie und ihren präparativen Nutzen. Am Ende sind diese Reaktionen hinreichend bekannt und verstanden, um sie im Praktikum gefahrlos nutzen zu können und um einfache Probleme der Syntheseplanung selbstständig zu lösen. An ausgewählten Beispielen wird zudem aufgezeigt, wie aus klassischen Reaktionen moderne enantioselektive Methoden entwickelt werden konnten. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung in kleineren Gruppen statt. Darin werden vorgegebene Übungsaufgaben besprochen. Es wird erwartet, dass sich die Studierenden damit auseinander gesetzt haben und sich aktiv beteiligen.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Michael Göbel								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise:  Leistungsnachweise: bestandene Abschlussklausur (Studienleistung) Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Übung								
<b>Modulprüfung</b> grundsätzlich keine; auf Wunsch des/der Studierenden Abschlussklausur (120–180 Min.)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Organische Chemie II (Reaction mechanisms in organic chemistry)	V+Ü	4+1	8	Pf	X		X	
Summe		5	8					

<b>ZMNEUBIO</b>	<b>Zelluläre und Molekulare Neurobiologie</b>	6 CP (insg.) = 180 h		SWS 4
	(Cellular and Molecular Neurobiology)	Kontaktstudium 48 h	Selbststudium 132 h	
<p><b>Inhalte</b>          Vorlesung: Geschichte der Neurowissenschaften, Aufbau des menschlichen Gehirns, Zellen des Nervensystems, Struktur und Funktion von Nervenzellen, Kompartimente von Neuronen, Neuronales Zytoskelett und Transport in Neuronen, Strukturprinzipien einfacher Nervensysteme. Elektrische Eigenschaften von Neuronen, Nernstpotential, Kabeltheorie, passive und aktive elektrische Eigenschaften der neuronalen Membran, räumliche und zeitliche Summation, Aktionspotential, Elektrophysiologie. Spannungsgesteuerte Ionenkanäle, Strukturen und Funktion. Elektrische und chemische Synapsen, synaptische Plastizität, Neurotransmitter, Neuropeptide. Optogenetische Methoden. Präsynaptische Strukturen und Mechanismen der Neurotransmitterfreisetzung. SNAREs, Synaptische Vesikel und deren „Zyklus“. Postsynaptische Organisation und Mechanismen. Postsynaptische Plastizität, mRNA Transport in Dendriten, lokale Translation. Metabotrope und Ionotrope Transmitter Rezeptoren, Chemorezeptoren, Strukturen und Funktion, 2nd Messenger und Kinasekaskaden. Ionotrope Transmitter Rezeptoren, Strukturen und Funktion (nAChR, P2XR, AMPAR, NMDAR). Sinnesrezeptorzellen (mechano-, chemo-, photo-, nozi-) und Rezeptoren, Verarbeitung sensorischer Signale im Gehirn. Olfaktorisches System. Thermorezeption. Neuronale Entwicklungs-biologie, Morphogenese, Axogenese und Zielführung, Zellspezifität der Synapsenbildung. Höhere Hirnfunktionen, Neuromodulatorische Systeme, Emotion, Hirnrhythmen, Epilepsie, Schlaf, Lernen, Gedächtnis, Belohnungs-system, Hippocampus, LTP und LTD.          Seminar: Aktuelle Originalliteratur aus der zellulären und molekularen Neurobiologie des letzten Jahres, mit Bezug zu den Themen der Vorlesung, wird anhand eines Seminarvortrags vorgestellt (Einzelne Studenten, oder Zweier-gruppen), im Plenum diskutiert und bewertet. Auch spezielle Methoden in der Neurobiologie werden vermittelt.          Empfohlene Literatur:          Bear, Connors, Paradiso: Neuroscience, 2009          Kandel, Schwarz, Jessel, Siegelbaum, Hudspeth: Principles of Neural Science, 2012, 5th Edition          Squire, Bloom, Spitzer, duLac, Ghosh, Berg: Fundamental Neuroscience, 2012, 4th Edition</p>				
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>          Nach Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Mechanismen höherer Hirnfunktionen bei Menschen und Säugetieren zu unterscheiden. Basierend auf diesem Wissen können sie eigene Fragestellungen entwickeln und diese mit Hilfe von Forschungsliteratur bearbeiten.</li> <li>• aktuelle Forschungsliteratur der zellulären und molekularen Neurobiologie zu verstehen und kritisch zu bewerten</li> <li>• Originalarbeiten in einem Vortrag dem Fachpublikum zu erläutern und kritisch zu diskutieren</li> </ul>				
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b>          Vorlesung: keine          Seminar: Besuch der Vorlesung</p>				
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine</p>				
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biochemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie</p>				
<p><b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik</p>				
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich, Beginn im WS</p>				
<p><b>Dauer:</b> zweisemestrig</p>				
<p><b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Alexander Gottschalk</p>				
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch</p>				
<p><b>Studiennachweise</b></p>				

Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik  
 Wahlpflichtbereich Systeme

Teilnahmenachweise: Seminar: aktive Teilnahme								
Leistungsnachweise: Seminar: Seminarvortrag								
VL: schriftliche oder mündliche Leistungskontrolle								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung, Seminar								
<b>Modulprüfung</b>								
keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Zelluläre und molekulare Neurobiologie (Cellular and Molecular Neurobiology)	V	2	3	Pf	X		X	
Literatureseminar zu aktuellen Themen aus der zellulären und molekularen Neurobiologie (Zellular and Molecular Neurobiology)	S	2	3	Pf		X		X
Summe		4	6					



<b>VGENEXP</b>	<b>DNA und Genexpression</b> (DNA and Gene Expression)	7 CP (insg.) = 210 h			SWS  4			
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 150 h					
<b>Inhalte</b> DNA (Struktur, Organisation und genetische Stabilität); molekulare Vorgänge bei Replikation, Transkription mit Splicen und Editieren, Translation, jeweils auf der Ebene von Pro- und Eukaryonten; Protein Targeting und Vesikeltransport; Regulationsmechanismen der Genexpression; Epigenetik; virale Expressionsstrategien am Beispiel von Bakteriophagen, Retroviren u.a.; molekularbiologische Methoden: DNA Sequenzierung, Hybridisierung und Diagnostik, PCR, Rekombination, Mutagenese. Einführung in das Gentechnikrecht.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis der viralen und bakteriellen Genome, der eukaryotischen Chromosomenstrukturen und der Mechanismen der Genexpression. Sie haben einen Einblick in die methodischen Ansätze der modernen Molekularbiologie erworben. Die Studierenden können die Auswirkungen der Gentechnik in Bezug auf Gesellschaftliche und ethische Fragenstellungen fachlich kompetent beurteilen (z.B. aktuelle Debatten über Einfluss der Gentechnik auf Medizin und Gesellschaft).								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biochemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik, MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. K. M. Pos								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Klausur (60 Minuten)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV- Form	SWS	CP	Pf/ WP	Semester			
					1	2	3	4
DNA und Genexpression (DNA and Gene Expression)	V	4	7	Pf	X		X	
Summe		4	7					

<b>BSCBIOW9</b>	<b>Ökologie und Evolutionsbiologie</b> Ecology and Evolutionary Biology	6 CP (insg.) = 180 h		SWS 4
		Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	
<p><b>Inhalte</b> Die Vorlesung gibt eine Einführung in den gesamten Bereich der Ökologie und behandelt Evolutionsprozesse von der Entstehung des Lebens auf der Erde bis heute. Es werden ökologische Grundbegriffe und Grundtatsachen (Ökologiebegriff, Autökologie, Populationsökologie, Evolutionsökologie, Wechselbeziehungen zwischen Arten, Biozönosen und Ökosysteme) einführend behandelt. Darüber hinaus werden wichtige Ökosysteme (Meere, Flüsse, Seen, Wälder, Ökosysteme der Kulturlandschaft, Siedlung) vorgestellt. Großer Wert wird auch auf die angewandte Ökologie (Bioindikation/Biomonitoring, Umweltschutz, Ökotoxikologie, nachhaltige Entwicklung, Arten- und Biotopschutz) und die Zusammenhänge zwischen Physiologie und Ökologie gelegt. Daneben werden grundlegende Prozesse behandelt, die dem Evolutionsgeschehen zugrunde liegen: Replikation, Mutation, Variation, Drift, Selektion, Gen-Genealogie, Artbildung und Makroevolution. Auch der Aussagegehalt fossiler Funde und ihre Interpretation werden kritisch präsentiert. Weitere Themen sind Genotyp-Phänotyp-Wechselwirkungen, die Evolution von Entwicklungsgenen, Coevolution und die Evolution der Menschen. Es wird gezeigt, wie Aussterbeereignisse und neue adaptive Radiationen zur heutigen biologischen Vielfalt (Biodiversität) geführt haben und wie der menschliche Einfluss auf Ökologie- und Evolutions-Prozesse vielfältig wirksam ist.</p> <p><b>Besondere Hinweise:</b> Der erfolgreiche Abschluss des Moduls ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen BSc-Biow-12A, BSc-Biow-13A, BSc-Biow-14A und BSc-Biow-15A.</p>				
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden kennen ökologische Grundbegriffe und verstehen grundlegende ökologische Zusammenhänge. Sie kennen die flächenmäßig bedeutendsten Ökosysteme und können aktuelle Umweltprobleme einschätzen und diskutieren. Sie erkennen die vielfältigen Wechselbeziehungen und auch Unterschiede zwischen ökologischen und evolutionsbiologischen Prozessen. Die Studierenden verstehen die erkenntnistheoretische Grundlage moderner evolutionsbiologischer Erklärungsmodelle und auch die Grenzen der Erkenntnis; sie kennen die Grundbegriffe und Konzepte. Sie haben Fragestellungen, Untersuchungsansätze und Methoden anhand ausgewählter rezenter Evolutionsprozesse erlernt und einen Überblick über den Ablauf der biologischen Evolution und der biologischen Vielfalt im Laufe der Erdgeschichte erworben.</p>				
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine</p>				
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Erfolgreicher Abschluss von Modul BSc-Biow-1 und BSc-Biow-6a und BSc-Biow-6b</p>				
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften</p>				
<p><b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik</p>				
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich</p>				
<p><b>Dauer:</b> 2. Hälfte WS</p>				
<p><b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Wolfgang Brüggemann</p>				
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch</p>				
<p><b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine</p>				
<p><b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung</p>				
<p><b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet</p>				

bestehend aus: Klausur (90 min)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Ökologie und Evolutionsbiologie (Ecology and Evolutionary Biology)	V	4	6	Pf	X		X	
Summe		4	6					

<b>BSC-BIOW10</b>	<b>Neurobiologie, Zell- und Entwicklungsbiologie</b>	6 CP (insg.) = 180 h		SWS 4
	Neurobiology , Cell- and Developmental Biology	Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	
<p><b>Inhalte</b> Das Modul vermittelt die Grundlagen der Zell- und Entwicklungsbiologie sowie der zellulären und systemischen Neurobiologie. Wesentliche Inhalte der Vorlesungen sind Aufbau von Zellmembranen, Struktur, Funktion und Biogenese von Zellorganellen, Transport von Proteinen, Mechanismen der zellulären Signalübertragung, Funktion und Aufbau des Cytoskeletts, die Zell-Zellerkennung und die molekulare Biologie des Zellzyklus, Struktur und Funktion von Nervenzellen, Gliazellen und von Nervensystemen, Entstehung von Membranpotential und Aktionspotentialen, synaptische Übertragung, Neurotransmitter und ihre Rezeptoren, einfache neuronale Verschaltungen, funktioneller Aufbau des Vertebratenhirns, neuronale Plastizität und Gedächtnis, Sinnesphysiologie und Sinnesverarbeitung an ausgewählten Beispielen. Evolutive, ontogenetische und ökophysiologische Aspekte werden mit dargestellt.</p> <p><b>Besondere Hinweise:</b> Der erfolgreiche Abschluss des Moduls ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen BSc-Biow-13B, BSc-Biow-13B, BSc-Biow-15B.</p>				
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Dieses Modul gibt eine Einführung in die molekulare und strukturelle Funktionsweise von Zellen und die Funktionsweise von Nervensystemen in ihrer evolutiven und interspezifischen Vielfalt. Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die chemische Struktur der Basismoleküle des Lebens (Aminosäuren, Zucker, Fettsäuren etc.) kennen.</li> <li>• sind in der Lage, die primären Stoffwechselwege der Energiegewinnung zu verstehen.</li> <li>• verstehen den Aufbau und die Organisation von Zellen.</li> <li>• lernen die Verbindung zwischen molekularen Lebensvorgängen und der Zellstruktur bzw. -organisation zu erkennen.</li> <li>• überblicken die molekularen Grundlagen der Signaltransduktion und des Zellzyklus.</li> <li>• verstehen die molekularen Zusammenhänge zwischen Störungen des Zellstoffwechsels, des Zellzyklus und der Entstehung von Krankheiten.</li> <li>• lernen die Strukturen neuronaler Funktionssysteme auf Zell- und Organniveau kennen.</li> <li>• überblicken Nervensysteme unterschiedlicher tierischer Organisationsstufen.</li> <li>• sind in der Lage, die funktionalen Aspekte inkl. der integrativen Steuerung von Nervensystemen zu verstehen.</li> <li>• verstehen evolutive und ontogenetische Entwicklungen von Nervensystemen.</li> <li>• lernen, mögliche Einflussbereiche interner (z.B. Hormonfaktoren) und externer Faktoren (z.B. Medikamente) auf das Gehirn zu erkennen.</li> </ul>				
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine</p>				
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine</p>				
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften</p>				
<p><b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik</p>				
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich</p>				
<p><b>Dauer:</b> 1. Hälfte SS</p>				
<p><b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Manfred Kössl</p>				

<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b>								
Teilnahmenachweise: keine								
Leistungsnachweise: keine								
Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung								
<b>Modulprüfung</b>								
Modulabschlussprüfung, benotet								
bestehend aus: Klausur (90 min)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Neurobiologie, Zell- und Entwicklungsbiologie (Neurobiology, Cell and Developmental Biology)	V	4	6	Pf		X		X
Summe		4	6					

<b>BSC-BIOW11</b>	<b>Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie</b>	6 CP (insg.) = 180 h			SWS			
	Plant Physiology and Microbiology	Kontaktstudium 60 h	Selbststudium 120 h	4				
<b>Inhalte</b> In der Vorlesung werden folgende Inhalte vermittelt: Funktionen der Kompartimente in Pflanzenzellen, primäre und sekundäre Reaktionen der Photosynthese; C4- und CAM-Pflanzen; photosynthetischer Energiestoffwechsel, Bildung, Transport, Speicherung und Mobilisierung von Assimilaten, Besonderheiten des pflanzlichen Lipid-, Protein- und Kohlenhydrat-Stoffwechsels, Wasserhaushalt und Wassertransport, Aufnahme und Transport von Mineralstoffen, Stickstoff- und Schwefelstoffwechsel, Mykorrhiza- und Wurzelknöllchen-Symbiosen, Regulation der Pflanzenentwicklung; Hormone, Lichtrezeptoren, Photomorphogenese, Anpassungen von Pflanzen an abiotische Stressfaktoren und Schaderreger, Struktur und Funktion der prokaryotischen Zelle, Wachstum mikrobieller Populationen, Struktur, Klassifikation und Ökologie von Hyphenpilzen und Hefen sowie ihre Bedeutung für den Menschen, Diversität des aeroben, heterotrophen Stoffwechsels, Gärungen und ihre Anwendung, Anaerobe Atmungen, Evolution, Systematik und Physiologie von Archaeen, Systematik und Physiologie ausgewählter Bakterien, Biogeochemie: Stoffzyklen, Biotechnologie, Mikrobielle Ökologie, Interaktionen von Pflanzen und Mikroben, Interaktionen von Tieren/Menschen und Mikroben. <b>Besondere Hinweise:</b> Der erfolgreiche Abschluss des Moduls ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen BSc-Biow-12C und BSc-Biow-13C.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Studierenden sollen über ein sicheres und strukturiertes Wissen über die wesentlichen Inhalte der Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie verfügen. Die einschlägigen Fachbegriffe werden beherrschbar und können richtig angewendet werden. Die Kombination beider Themengebiete erlaubt einen Einblick in die physiologischen Prozesse und deren Koordination auf der molekularen, zellulären und organismischen Ebene.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften								
<b>Verwendbarkeit:</b> BSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jährlich im WS								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Prof. Dr. Volker Müller								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: keine Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: Klausur (90 min)								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie (Plant Physiology and Microbiology)	V	4	6	Pf	X		X	
Summe		4	6					

<b>BPMWPS2</b>	<b>Vertiefung: Systeme der Festkörperphysik</b>	7-8 CP (insg.) = 210-240 h		SWS
	Advanced Topics: Systems of Solid State Physics	Kontaktstudium 70-80 h	Selbststudium 140-160 h	
<b>Inhalte</b>				
abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:				
<p><i>Experimentalphysik 4b: Festkörper:</i> Einführung: Grundlagenforschung an Festkörpern und Festkörper in der technischen Anwendung, Chemische Bindung, Aufbau kristalliner Festkörper, Streuung an periodischen Strukturen, reziprokes Gitter, Modell freier Elektronen, Bändermodell, Metalle und Isolatoren, Grundvorstellungen Supraleiter/Halbleiter, experimentelle Methoden der Festkörperphysik. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><i>Experimentelle Festkörperphysik 1:</i> Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><i>Experimentelle Festkörperphysik 2:</i> Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><i>Halbleiter- und Bauelementephysik:</i> Einführung der festkörperphysikalischen Besonderheiten von Halbleitern (Materialeigenschaften, Bandstruktur, Exzitonen, Dotierung, DC-Leitfähigkeit); Übergänge und Kontakte (p-n-Übergang, Schottky-Kontakt, Ohmscher Kontakt, Heterostruktur-Übergang); Feldeffekt, Tunneleffekt; Halbleiterbauelemente (Diode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor, Leuchtdiode, etc.); Hochfrequenzeigenschaften und -bauelemente (Gunn-Effekt, Schottkydiode), Quantisierungseffekte und ihre Nutzung (Resonante Tunneldiode, HEMT-Transistor, HBT-Transistor, etc.); Bauelementemodellierung und Schaltungsentwurf; Bauelemente auf Nicht-Standardhalbleitern (Graphen, Kohlenstoffröhren).</p> <p><i>Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen:</i> Ausgewählte Kapitel der Quantentheorie (Sub-Bänder und niedrig-dimensionale Systeme, Quantenbox, Quantenpunkt, Quantenreflexion/Transmission/Tunneln, etc.), Materialien (Halbleiter-Heterostrukturen, Organische Halbleiter, Kohlenstoff-Nanoröhren und Fullerene, Graphen, Granulare Systeme, etc.), Fabrikations- und Charakterisierungstechniken (Dünnschichttechniken, Nanostrukturierung, Selbstorganisation, Rasterkraftmikroskopie, etc.), Elektronischer Transport in Nanostrukturen (Streulängen, Diffusion, Dephasierung, Landauer-Formel, etc.), Einzelelektronentunneln und Bauelemente (Coulomb-Blockade, Einzelelektronentransistor, Coulomb-Oszillationen, etc.).</p> <p><b>Die Liste von möglichen Lehrveranstaltungen für dieses Modul mit deren Kombinationsmöglichkeiten kann gemäß §12 StO ergänzt werden.</b>  <b>Sollen im Modul mehrere Lehrveranstaltungen belegt werden, so muss jede dieser Lehrveranstaltungen mit wenigstens einer der anderen im Modul zu belegenden Lehrveranstaltungen kombinierbar sein. Die Kombinierbarkeit wird in der Tabelle durch ein „X“ angezeigt.</b>          ***** Hier wird die Kreuztabelle eingefügt *****</p>				

<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Das Modul vertieft und erweitert die Kenntnisse zu typischen Untersuchungsobjekten der Festkörperphysik in kompakten Lehrveranstaltungen, aus denen die Studierenden geleitet von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse von Forschungs- und Laborpraktikum sowie des Masterprojekts auswählen. Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• typische Untersuchungsobjekte der Festkörperphysik benennen</li> <li>• wichtige Untersuchungsmethoden für Festkörper benennen und die Funktionsweise erläutern</li> <li>• die Eigenschaften von Festkörpern mit deren atomarer Struktur in Zusammenhang bringen und quantitative erklären</li> <li>• die Abhängigkeit der Festkörpereigenschaften von äußeren Parametern erläutern</li> <li>• Anwendungsfelder von wichtigen Festkörperklassen (Halbleitern, Supraleitern, optische Materialien, etc.) benennen</li> </ul>
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine</p>
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen: <i>Experimentalphysik 4b: Festkörper</i> : Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1–3</i> <i>Experimentelle Festkörperphysik 1</i> : Die Vorlesung baut auf die in der „Einführung in die Festkörperphysik“ (VEX4B) vermittelten Grundlagen zum atomaren Aufbau und zur elektronischen Struktur von Festkörpern auf. Es werden außerdem einfache Methoden der Quantenmechanik verwendet. <i>Experimentelle Festkörperphysik 2</i> : Die Vorlesung baut auf die in VEX4B und VEXFP1 vermittelten Grundlagen zum atomaren Aufbau und zur elektronischen Struktur von Festkörpern auf. Es werden außerdem einfache Methoden der Quantenmechanik verwendet. <i>Halbleiter- und Bauelementephysik</i> : Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1–4, Theoretische Physik 1–5, Anfängerpraktikum 1–2</i> <i>Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen</i> : Maxwell-Gleichungen; Kenntnisse der Quantenmechanik: Schrödinger-Gleichung, quantenmechanisches Tunneln, Stromoperator, Aharonov-Bohm-Effekt; Grundlegende Konzepte der Festkörperphysik: Kristallstrukturen, elektronische Bandstruktur, Ladungstransport in Metallen und Halbleitern, Zustandsdichte; Grundlegende Konzepte der Thermodynamik und Statistik: Diffusion</p>
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik</p>
<p><b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Semester</p>
<p><b>Dauer:</b> ein- oder einsemestrig</p>
<p><b>Modulkoordination:</b> Mäntele</p>
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch</p>
<p><b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: im Fall von Lehrveranstaltungen mit begleitenden Übungen regelmäßige Teilnahme an den Übungen, ansonsten keine Leistungsnachweise: im Fall von Lehrveranstaltungen mit begleitenden Übungen regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, ansonsten Nachweise für die Studienleistungen gemäß §15(6) StO nach Festlegung des Lehrveranstaltungsleiters zu Beginn der Veranstaltung Prüfungsvorleistungen: bei Abschluss mit Modulabschlussprüfung: Erbringen der Teilnahme- und Leistungsnachweise für die Lehrveranstaltung, zu der die lehrveranstaltungsbezogene Prüfung abgelegt werden soll</p>
<p><b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesungen, Übungen, Proseminare/Seminare, Praktika</p>



<b>Modulprüfung</b>								
<p>grundsätzlich keine; ohne Prüfung erfolgt der Abschluss des Moduls durch die zu erbringenden Studienleistungen. Auf Wunsch des/der Studierenden wird eine der nachfolgend genannten lehrveranstaltungsbezogenen Prüfungen (benotet) durchgeführt, die sowohl die konkreten Inhalte der jeweiligen LV als auch die übergeordneten Lernziele des Moduls prüft. Soll der Abschluss des Moduls durch Prüfungsleistung erfolgen, so muss dies durch den Studierenden vor der Erbringung der Leistung durch Anmeldung zur Prüfung verbindlich festgelegt werden.</p> <p><i>Experimentalphysik 4b, Experimentelle Festkörperphysik I+II, Halbleiter- und Bauelementephysik, Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen: mündliche Prüfung (20–40 Min.) oder Klausur (45–120 Min., i.d.R. 90 min) (Form nach Wahl des Lehrveranstaltungsleiters)</i></p>								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Experimentalphysik 4b: Festkörper (Experimental Physics 4b: Solids)	V+Ü	2+1	4	WP		X		X
Experimentelle Festkörperphysik 1 (Experimental Solid State Physics 1)	V+Ü	2+1	4	WP	X		X	
Experimentelle Festkörperphysik 2 (Experimental Solid State Physics 2)	V+Ü	2+1	4	WP		X		X
Halbleiter- und Bauelementephysik (Physics of Semiconductors and Electronic Devices)	V+Ü	2+1	4	WP		X		X
Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen (Electronic Properties of Nanostructures)	V	2	3	WP		X		X
Summe		5–6	7–8					

<b>BPMWPS3</b>	<b>Vertiefung: Biologische Systeme</b>	6–12 CP (insg.) = 180–360 h		SWS
	Advanced Topics: Biological Systems	Kontaktstudium 60–120 h	Selbststudium 120–240 h	
<p><b>Inhalte</b> abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:</p> <p><i>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung:</i> Grundlagen der Thermodynamik für offene Systeme; Grundlagen der Gewinnung chemischer Energie aus Spaltungsreaktionen; Grundlagen der Photosynthese; Strukturen, Funktion und Reaktionsmechanismen von ATPasen; Aufbau und Funktion der Atmungskette; Grundlagen von molekularen Motoren; Grundlagen der Biolumineszenz; Struktur, Funktion und Dynamik von Retinalproteinen</p> <p><i>Strahlen- und Umweltbiophysik:</i> Grundlagen der Wechselwirkung ionisierender und nichtionisierender Strahlung mit Materie; Grundbegriffe von Dosis, Dosimetrie; gesetzliche Grundlagen des Strahlenschutzes; Anwendungen von Teilchenstrahlung und elektromagnetischer Strahlung in der Medizin; natürliche und künstliche Radioaktivität; nicht-ionisierende Strahlung. Übungen sind in die Vorlesung integriert.</p> <p><i>Ökotoxikologie:</i> Eintragspfade von Schadstoffen in Ökosysteme, Verhalten von Schadstoffen in Umweltkompartimenten, Langstreckentransport von Chemikalien, Persistenz und abiotische Umwandlung, Toxikokinetik und Toxikodynamik, Aufnahme und Akkumulation von Schadstoffen, Verteilung, Umwandlung und Ausscheidung durch Organismen, Charakterisierung von Vergiftungen, Wirkmechanismen und Dosis-Wirkungsbeziehungen, Biologische Testverfahren, Umweltrisikobewertung von Chemikalien, Grenzwerte und ihre Ableitung, Biomonitoring und Bioindikation, Fallbeispiele für Schadstoffwirkungen</p> <p><i>Einführung in die Humantoxikologie:</i> In der Vorlesung wird eine Einführung in alle Bereiche der Humantoxikologie gegeben. Neben den toxikologischen Grundlagen (Allgemeine Toxikologie; Teil 1 der Vorlesung) wird die Toxikologie wichtiger Organsysteme (Teil 2) und exemplarischer Substanzgruppen (Teil 3) als Grundlegung der Speziellen Toxikologie vermittelt. Im Teil 1 werden die Aufgaben der Toxikologie charakterisiert und Toxikodynamik und Toxikokinetik als die beiden Hauptdisziplinen der Toxikologie näher beleuchtet. Allgemeine Regeln der Wirkungscharakterisierung von Schadstoffen und der Beschreibung von Wirkungsmechanismen werden thematisiert. In der Toxikokinetik werden Gesetzmäßigkeiten von Aufnahme, Verteilung, Abbau und Ausscheidung toxischer Substanzen durch den menschlichen Organismus dargestellt. Schließlich sind die Toxizitätsbewertung gefährlicher Substanzen und die Behandlung von Vergiftungen weitere Themenkreise. Im Teil 2 werden toxische Wirkungen von Substanzen auf die Verdauungs- und Ausscheidungsorgane, das Blut und die blutbildenden Organe, das Immun- und Nervensystem (inkl. Sinnesorgane) sowie Haut und Lunge dargestellt. Besonders Augenmerk wird auf fruchtschädigende (teratogene), krebserregende (kanzerogene) und hormonähnliche (endokrine) Wirkungen von gefährlichen Stoffen gelegt. Im letzten Vorlesungsabschnitt werden exemplarisch unterschiedliche Substanzgruppen und ihre toxischen Wirkungen vorgestellt. Hierzu gehören neben den Metallen und Metalloiden auch aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, organische Stickstoffverbindungen, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ether, Phosphorsäureester, Carbamate und Alkylantizipien.</p> <p><i>Zelluläre Biochemie:</i> Chaperon-vermittelte Proteinfaltung; Proteinmissfaltung und Krankheiten; Prinzipien der proteasomalen Proteindegradation; Ubiquitinierung; Ubiquitin-Proteasomweg; ER-assoziierte Proteindegradation (ERAP); Proteintranslokation und -sekretion; Insertionsmechanismen von Typ-I, -II, -III-Membranproteinen; alternative Wege der Membranproteininsertion; Pathobiochemie von ABC-Transporter; Mechanismen der Signaltransduktion, G-gekoppelte Rezeptoren; Rezeptor-Tyrosinkinasen; Plasmamembranorganisation; Apoptose; Zellzyklusregulation</p> <p><i>Molekulare und angewandte Mikrobiologie:</i> theoretische Vermittlung von Faktenwissen der molekularen und angewandten Mikrobiologie: Adaption von Mikroorganismen an ihre Umwelt; Signalerkennung, Signalweiterleitung; Regulation von Transkription und Enzymaktivität und die Ausnutzung für biotechnologische Verfahren;</p>				

*Membranbiologie:* Biological membranes play a central role in both the structure and function of all cells. Not only do they define compartments, they are also responsible for the communication between the inside and outside of the cell. In this module we discuss biological membranes from the perspective of their main constituents: lipids and proteins. Topics included are the diversity of lipids and membrane proteins, their biogenesis, interactions, dynamics and medical relevance. Each lecture combines both theory as well as related practical aspects for studying membrane lipids and proteins.

Diversität von Lipiden in Struktur und Funktion; Zusammensetzung und Eigenschaften biologischer Membranen; Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Lipidzusammensetzungen in Organellen und Modellorganismen; Funktion und Verhalten von Detergenzien; Diversität von Membranproteinen; Angewandte Bioinformatik zur Struktur- und Funktionsanalyse von Membranproteinen; Lipidmetabolismus und dessen Regulation; Methoden zur Analyse des Lipidmetabolismus; Fluoreszierende Lipidanaloga — Nutzen und Risiken; Membranproteinbiosynthese; Strategien der Membraninsertion; Methoden zum Markieren von Membranproteinen; Expressionssysteme zur Produktion von Membranproteinen; Reinigung von Membranproteinen; Rekonstitution von Membranproteinen; Protein-Lipid Interaktionen; Lipide in der Signaltransduktion; Lipidtransferproteine; Kontaktstellen zwischen Organellen; Methodische Ansätze zur Untersuchung von Protein-Lipid-Interaktionen; Qualitätskontrolle von Membranproteinen und Organellen; Konformationsänderungen in Membranproteinen; Membranproteine und Lipide und Krankheiten; Methoden zur Charakterisierung von Membranproteinen  
(Lehr- und Prüfungssprache ist Englisch)

*RNA-Biologie:* Die Vorlesung vermittelt Grundlagen von Funktion und Struktur von Ribonukleinsäuren. Wesentliche Inhalte der Vorlesung sind: Chemische Struktur und Konformation von RNA Bausteinen; Sekundär- und Tertiärstruktur von RNA; Regulatorische RNA-Elemente in Prokaryoten; RNA-basierte Mechanismen in Eukaryoten; Struktur und Funktion von RNA-basierten molekularen Maschinen am Beispiel vom Ribosom und Spleißosom. (adaptiert aus Modulbeschreibung MSc-Molbio-6)

*Genomfunktion und Genregulation:* Die Vorlesung legt die theoretischen Grundlagen für das Verständnis von Methoden der experimentellen Molekulargenetik und Molekularbiologie von archaalen und bakteriellen Modellarten, insbesondere solchen zum Genom, zur Regulation der Genexpression auf unterschiedlichen Ebenen, und zur Stoffwechselregulation. (adaptiert aus Modulbeschreibung MSc-Molbio-5)

*Pflanzliche Biochemie:* Die Vorlesung *Pflanzliche Biochemie* befasst sich mit der Biochemie der Chloroplasten, Stoffwechselfläüssen und ihrer Regulation, sowie der Bioenergetik photosynthetischer Organismen. (adaptiert aus Modulbeschreibung MSc-Molbio-3)

*Prinzipien der molekularen Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme am Beispiel von*

*Transportprozessen:* Die Veranstaltung beinhaltet die Zellbiologie höherer Eukaryoten mit Fokus auf die Themengebiete intrazellulärer Stofftransport und Membranbiologie, sowie die zelluläre Biochemie von Eukaryoten am Beispiel von Säuger-, Hefen und Pflanzen. Spezielle Schwerpunkte sind der Signaltransport und seine Spezifitäten in den verschiedenen Systemen, der Proteintransport in Zellen von der Synthese bis zum Abbau, Stoffflüsse in der Zelle und über die Membran, und Organell- und Proteinkomplexdynamik. (adaptiert aus Modulbeschreibung MSc-Molbio-10)

**Die Liste von möglichen Lehrveranstaltungen für dieses Modul mit deren Kombinationsmöglichkeiten kann gemäß §12 StO ergänzt werden.**

**Sollen im Modul mehrere Lehrveranstaltungen belegt werden, so muss jede dieser Lehrveranstaltungen mit wenigstens einer der anderen im Modul zu belegenden**

**Lehrveranstaltungen kombinierbar sein. Die Kombinierbarkeit wird in der Tabelle durch ein „X“ angezeigt.**

\*\*\*\*\* Hier wird die Kreuzchentabelle eingefügt \*\*\*\*\*

<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b></p> <p>Das Modul bietet eine Ergänzung zu den Biologieminulden des Bachelorstudiengangs mit Schwerpunkten bei Fragestellungen zum Stoffwechsel verschiedener Organismenklassen sowie bei ökologischen, toxikologischen Themen und molekularen, zellbiologischen und biochemischen Systemen. Aus den angebotenen Lehrveranstaltungen wählen die Studierenden geleetet von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse von Forschungs- und Laborpraktikum sowie der Masterarbeit aus.</p> <p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die evolutionäre, strukturelle und chemische Vielfalt biologischer Systeme überblicken und Systeme einordnen</li> <li>• wichtige Eigenschaften der besprochenen biologischen Systeme benennen</li> <li>• Triebkräfte von Veränderungen in biologischen Systemen benennen</li> <li>• in den Lehrveranstaltungen besprochene abstrakte Konzepte an konkreten biologischen Systemen anwenden</li> <li>• die zeitliche Entwicklung eines biologischen Systems und seine Reaktion auf äußere Einflüsse qualitativ beschreiben</li> <li>• energetische Größen bei Stoffwechselprozessen abschätzen</li> <li>• den theoretischen Hintergrund für experimentelle Untersuchungsmethoden biologischer Systeme erläutern</li> </ul>
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b></p> <p>keine</p>
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <p>abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:</p> <p><i>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung</i> : Grundlagen der chemischen Thermodynamik, beispielsweise aus der Vorlesung Physikalische Chemie I, sowie Grundlagen des Aufbaus biologischer Makromoleküle, beispielsweise aus den Vorlesungen Biophysik I und Biochemie</p> <p><i>Strahlen- und Umweltbiophysik</i> : Grundlagen des Atommodells und des Aufbaus der Atomkerne, beispielsweise aus der Vorlesung Experimentalvorlesung 3 (Atome und Quanten)</p> <p><i>Ökotoxikologie</i> : keine</p> <p><i>Einführung in die Humantoxikologie</i> : keine</p> <p><i>Zelluläre Biochemie</i> : keine</p> <p><i>Molekulare und angewandte Mikrobiologie</i> : keine</p> <p><i>Membranbiologie</i> : keine</p> <p><i>RNA-Biologie</i> : keine</p> <p><i>Genomfunktion und Genregulation</i> : keine</p> <p><i>Pflanzliche Biochemie</i> : keine</p> <p><i>Prinzipien der molekularen Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme am Beispiel von Transportprozessen</i> : keine</p>
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Biowissenschaften; Biochemie, Chemie, Pharmazie; Physik</p>
<p><b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Semester</p>
<p><b>Dauer:</b> ein- oder einsemestrig</p>
<p><b>Modulkoordination:</b> Mäntele</p>
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch</p>

<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b>								
<p>Teilnahmenachweise: im Fall von Lehrveranstaltungen mit begleitenden Übungen regelmäßige Teilnahme an den Übungen, ansonsten keine</p> <p>Leistungsnachweise: im Fall von Lehrveranstaltungen mit begleitenden Übungen regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, ansonsten Nachweise für die Studienleistungen gemäß §15(6) StO nach Festlegung des Lehrveranstaltungsleiters zu Beginn der Veranstaltung</p> <p>Prüfungsvorleistungen: bei Abschluss mit Modulabschlussprüfung: Erbringen der Teilnahme- und Leistungsnachweise für die Lehrveranstaltung, zu der die lehrveranstaltungsbezogene Prüfung abgelegt werden soll</p>								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesungen, Übungen, Proseminare/Seminare, Praktika								
<p><b>Modulprüfung</b></p> <p>grundsätzlich keine; ohne Prüfung erfolgt der Abschluss des Moduls durch die zu erbringenden Studienleistungen. Auf Wunsch des/der Studierenden wird eine der nachfolgend genannten lehrveranstaltungsbezogenen Prüfungen (benotet) durchgeführt, die sowohl die konkreten Inhalte der jeweiligen LV als auch die übergeordneten Lernziele des Moduls prüft. Soll der Abschluss des Moduls durch Prüfungsleistung erfolgen, so muss dies durch den Studierenden vor der Erbringung der Leistung durch Anmeldung zur Prüfung verbindlich festgelegt werden.</p> <p><i>Ökotoxikologie, Humantoxikologie:</i> Klausur (60 min)</p> <p><i>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung, Strahlen- und Umweltbiophysik:</i> mündliche Prüfung (30 Min.) oder Klausur (90 Min.)</p> <p><i>Pharmakologie für Naturwissenschaftler, Membranbiologie:</i> mündliche Prüfung (30–45 min)</p> <p><i>Zelluläre Biochemie:</i> Klausur (120–180 Min) oder mündliche Prüfung (30 Min.)</p> <p><i>Molekulare und angewandte Mikrobiologie, RNA-Biologie, Genomfunktion und Genregulation, Pflanzliche Biochemie, Prinzipien der Molekularen Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme am Beispiel von Transportprozessen:</i> Klausur (30 Min.)</p>								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung (Biophysical Foundations of Biological Energy Conversion)	V	2	3	WP		X		X
Strahlen- und Umweltbiophysik (Radiation and Environmental Biophysics)	V+Ü	2	3	WP		X		X
Ökotoxikologie (Ecotoxicology)	V	2	3	WP	X		X	
Einführung in die Humantoxikologie (Introduction to human toxicology)	V	2	3	WP		X		X
Zelluläre Biochemie (Cellular Biochemistry)	V	2	3	WP		X		
Molekulare und angewandte Mikrobiologie (Molecular and applied microbiology)	V	1	2	WP		X		(X)
Membranbiologie (Membrane biology)	V	2	3	WP	X		X	
RNA-Biologie (RNA biology)	V	1	2	WP		X		X
Genomfunktion und Genregulation (Genome function and gene regulation)	V	1	2	WP		X		(X)
Pflanzliche Biochemie (Plant Biochemistry)	V	1	2	WP		X		X
Prinzipien der molekularen Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme am Beispiel von Transportprozessen (Transport Processes as Examples for Principles of Molecular Cell Biology and Biochemistry of Eucaryotic Systems)	V	1	2	WP		X		X
Summe		4–8	6–12					

### 1.2.4 Wahlpflichtbereich Studium Generale

BPHSG	Studium Generale	bis 6 CP (insg.) = h		SWS
	General studies	Kontaktstudium h	Selbststudium h	
<p><b>Inhalte</b> Es können Veranstaltungen aus dem kompletten Lehrangebot der Goethe-Universität gewählt werden. Die Inhalte des Moduls setzen sich aus den Inhalten der gewählten Veranstaltungen zusammen. Mögliche Inhalte sind beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>soft skills</i> wie Organisation und Zeitmanagement, Präsentationstechnik oder wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Sprachkenntnisse, insbesondere wissenschaftliches Englisch</li> <li>• Wissenschaftsethik</li> <li>• Wissenschaftsgeschichte und -philosophie</li> <li>• Journalismus</li> <li>• Betriebswirtschaftslehre</li> <li>• Umgang mit <i>intellectual property</i>, Patentwesen</li> </ul>				
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Durch den Kontakt mit anderen Fachkulturen, Ideen und Kommilitonen fördert das Studium Generale den Blick über den Tellerrand und zielt auf die Entwicklung einer möglichst vielseitig gebildeten Persönlichkeit und dem Training von <i>soft skills</i>.</p>				
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> ggf. Teilnahmevoraussetzungen für einzelne LV</p>				
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> ggf. empfohlene Voraussetzungen für einzelne LV</p>				
<p><b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> abhängig vom Anbieter / FB alle</p>				
<p><b>Verwendbarkeit:</b> BSc und MSc Biophysik</p>				
<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Semester</p>				
<p><b>Dauer:</b> i.d.R. einsemestrig</p>				
<p><b>Modulkoordination:</b> Mäntele</p>				
<p><b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> abhängig von den gewählten Veranstaltungen</p>				
<p><b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: gemäß der Beschreibung der gewählten Module Leistungsnachweise: gemäß der Beschreibung der gewählten Module Prüfungsvorleistungen: gemäß der Beschreibung der gewählten Module</p>				
<p><b>Lehr-/Lernformen:</b> abhängig von den gewählten Veranstaltungen</p>				
<p><b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, unbenotet</p>				

*Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Biophysik  
Wahlpflichtbereich Studium Generale*

bestehend aus: Prüfungsform/-dauer gemäß der Beschreibung der gewählten Module								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Studium Generale (General Studies)	alle		bis 6		X	X	X	X
Summe			bis 6					

### 1.3 Masterarbeit

FSBPH	Fachliche Spezialisierung (Preparation for Master Project I)	13 CP (insg.) = 390 h		SWS				
		Kontaktstudium 0 h	Selbststudium 2,5 Mon. h	2,5 Mon.				
<b>Inhalte</b> Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und die fachlichen und methodischen Grundlagen an einem Beispiel aus einem Forschungsgebiet. Eigenständige Literaturrecherche zum Stand der Forschung.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Das Modul vermittelt die fachlichen und methodischen Grundlagen für die eigenständige Bearbeitung eines Forschungsprojektes und führt damit auf die Masterarbeit hin. Diese Hinführung erfolgt durch die selbstständige Erarbeitung von Hintergrundwissen sowie die selbstständige Einarbeitung in das Spezialgebiet, auf dem die Masterarbeit geplant ist, angeleitet durch den vorgesehenen Betreuer der Masterarbeit. Durch die Einbindung in eine Arbeitsgruppe wird gleichzeitig die Arbeit in einem Forschungsteam und das optimale Nutzen informellen Wissens im Nahfeld gelernt. Die Betreuung erfolgt dabei in Form von Betreuungsgesprächen im wöchentlichen Rhythmus.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Inhalt der im jeweiligen Spezialgebiet angebotenen, fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik								
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> permanent								
<b>Dauer:</b> einsemestrig								
<b>Modulkoordination:</b> Studiendekan Physik								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch je nach gewählter Arbeitsgruppe								
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: regelmäßige Teilnahme Leistungsnachweise: Vortrag über das erarbeitete Thema oder Fachgespräch mit dem Betreuer								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum								
<b>Modulprüfung</b> keine								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Fachliche Spezialisierung (Preparation for Master Project I)	P	2,5 Mon.	13	Pf			X	X
Summe		2,5 Mon.	13					



<b>EPBPH</b>	<b>Erarbeiten eines Projekts</b> (Preparation for Master Project II)	13 CP (insg.) = 390 h			SWS				
		Kontaktstudium 0 h	Selbststudium 2,5 Mon. h	2,5 Mon.					
<b>Inhalte</b> Schriftliche Ausarbeitung einer Projektskizze auf einem aktuellen Gebiet der Forschung.									
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Nach der allgemeinen Beschäftigung mit dem Forschungsgebiet, in dem die Masterarbeit angefertigt werden soll, im Rahmen des Moduls FSBPH, führt dieses Modul unmittelbar auf die Masterarbeit hin. Studierende erarbeiten selbstständig ein wissenschaftlichen Projekt, das als Ausgangspunkt für die geplante Masterarbeit dienen kann (angeleitet durch den Betreuer der Masterarbeit). Das Modul mündet in der schriftlichen Darlegung der wissenschaftlichen Grundlagen des Themas der Masterarbeit und der Formulierung der gewählten Fragestellung und der Methoden, mittels derer die Bearbeitung angegangen werden soll. Die Betreuung erfolgt dabei in Form von Betreuungsgesprächen im wöchentlichen Rhythmus.									
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> keine									
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Inhalt der im jeweiligen Spezialgebiet angebotenen, fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen									
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik									
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik									
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> permanent									
<b>Dauer:</b> einsemestrig									
<b>Modulkoordination:</b> Studiendekan Physik									
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Englisch oder Deutsch je nach gewählter Arbeitsgruppe									
<b>Studiennachweise</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: schriftliche Ausarbeitung einer Projektskizze, unbenotet									
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Praktikum									
<b>Modulprüfung</b> keine									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
						1	2	3	4
Erarbeiten eines Projektes (Preparation for Master Project II)		P	2,5 Mon.	13	Pf			X	X
Summe			2,5 Mon.	13					

<b>MABPH</b>	<b>Masterarbeit</b> (Master Project)	30 CP (insg.) = 900 h		SWS				
		Kontaktstudium 0 h	Selbststudium 6 Mon. h	6 M.				
<b>Inhalte</b> Die Masterarbeit beinhaltet die eigenständige wissenschaftliche Arbeit zu einem mit dem Betreuer bzw der Betreuerin vereinbarten aktuellen Problem der Forschung, unter Anleitung durch den Betreuer bzw. die Betreuerin.								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b> Die Masterarbeit dient der wissenschaftlichen Ausbildung. In ihr soll die oder der Studierende zeigen, dass sie oder er in der Lage ist, eine definierte wissenschaftliche Aufgabenstellung aus einem Fachgebiet selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. In der für das Masterprojekt gewählten Fachrichtung muss jede bzw. jeder Studierende unter Anleitung einer wissenschaftlichen Betreuerin oder eines wissenschaftlichen Betreuers eine aktuelle wissenschaftliche Fragestellung bearbeiten. Die Masterarbeit kann an allen drei Fachbereichen (Physik, Biochemie/Chemie/Pharmazie, Biowissenschaften) durchgeführt werden. Dieses Modul ist auch gut zur Durchführung in einer externen Forschungseinrichtung oder im Ausland geeignet.								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls</b> 40 CP aus dem Studiengang Master Biophysik gemäß § 38 Abs. 4								
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Inhalte aus Vorlesungen, Übungen, Praktika und Seminaren (Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen) je nach Thema der Masterarbeit								
<b>Zuordnung (Studiengang/Fachbereich):</b> MSc Biophysik / FB Physik								
<b>Verwendbarkeit:</b> MSc Biophysik								
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> permanent								
<b>Dauer:</b> 6 Monate								
<b>Modulkoordination:</b> Studiendekan Physik								
<b>Unterrichts-/Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch je nach gewählter Arbeitsgruppe								
<b>Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen</b> Teilnahmenachweise: keine Leistungsnachweise: Vorstellung der Arbeit in einem i.d.R. öffentlichen Vortrag, z.B. im Rahmen eines Kolloquiums oder Seminars Prüfungsvorleistungen: keine								
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Masterarbeit								
<b>Modulprüfung</b> Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus: ausführliche, schriftliche Darstellung des Masterprojekts und seiner Ergebnisse in Form einer Masterarbeit								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Masterarbeit (Master's Project)	M.arbeit	6 Mon.	30	Pf				X
Summe		6 M.	30					

## **2 Tabelle der Pflicht-, Wahlpflicht- und Importmodule**

Tabelle wird noch erstellt

### **3 Indices**

**Index 1: Modulkürzel**

BIOINF, 21  
BIOW12C, 24  
BIOW13B, 25  
BIOW13C, 26  
BIOW14B, 27  
BIOW14C, 28  
BIOW15B, 29  
BIOW15C, 30  
BPHBIO1, 52  
BPHSG, 70  
BPMWPS1, 47  
BPMWPS2, 63  
BPMWPS3, 66  
BSCBIOW10, 60  
BSCBIOW11, 62  
BSCBIOW9, 58

CHEMBIO1, 31  
CHSTRUFU, 32  
CODSTRATNN, 19  
CPINN, 17

EPBPH, 73

FSBPH, 72

HUMBIO, 53

IDFT, 7  
IMPRO, 41  
IPMR, 34  
ISSBPH, 46  
ITMR, 16

LEMIKRO, 43

MABPH, 74

OFCHEM, 36

PEXFLBPH, 4

SMSHRMI, 37  
SPROAG, 6

VDFT, 14  
VGENEXP, 57  
VHQM, 11  
VLASERCHEM, 40  
VMOLSPEK, 15  
VOC2, 54  
VQMD, 12  
VSELFORG, 20  
VSMSHRMI, 38  
VTH5, 10  
VTHPHOC, 9

ZMNEUBIO, 55

## Index 2: Modultitel

- Ökologie und Evolutionsbiologie, 58
- Bildverarbeitung, 41  
Bioinformatik, 21  
Biologie 1: Struktur und Funktion der Organismen, 52
- Chemische Biologie I, 31
- Density Functional Theory, 14  
DNA und Genexpression, 57
- Einführung in die Dichtefunktionaltheorie, 7  
Einführung in die Praxis der Magnetischen Resonanz, 34  
Einführung in die Theorie der Magnetischen Resonanz, 16  
Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie, 37  
Erarbeiten eines Projekts, 73
- Fachliche Spezialisierung, 72  
Forschungs- und Laborpraktikum, 4
- Höhere Quantenmechanik, 11  
Humanbiologie, 53
- Internationale Sommerschule Biophysik, 46
- Kodierung in neuronalen Netzwerken, 19  
Kollektive Phänomene in neuronalen Netzwerken, 17
- Laserchemie, 40  
Licht- und Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung, 43
- Masterarbeit, 74  
Moderne Oberflächenchemie, 36  
Molekulare Spektroskopie, 15
- Neurobiologie, Zell- und Entwicklungsbiologie, 60
- Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie, 62  
Proseminar und Arbeitsgruppenseminar, 6
- Quantum Molecular Dynamics, 12
- Reaktionsmechanismen der organischen Chemie, 54
- Self-Organization: Theory and Simulations, 20  
Spezialisierung 1 — Molekulare Mikrobiologie, 24  
Spezialisierung 2 — Molekulare Pflanzenphysiologie, 26  
Spezialisierung 2 — Neurobiologie I, 25  
Spezialisierung 3 — Genetik, 28  
Spezialisierung 3 — Zellbiologie, 27  
Spezialisierung 4 — Molekularbiologie, 30  
Spezialisierung 4 — Neurobiologie II, 29  
Struktur und Funktion, 32  
Studium Generale, 70
- Theoretische Photochemie, 9  
Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik, 10
- Vertiefung Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie, 38  
Vertiefung: Biologische Systeme, 66  
Vertiefung: Methoden der Biophysik, 47  
Vertiefung: Systeme der Festkörperphysik, 63
- Zelluläre und Molekulare Neurobiologie, 55