

Modulhandbuch
Masterstudiengang Biophysik
Studienordnung 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Pflichtmodule des Masterstudiengangs	4
1.1	Praktika und Seminare	4
1.2	Fachliche Spezialisierung und Masterarbeit	8
2	Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs	12
2.1	Wahlpflichtbereich Methoden	12
2.2	Wahlpflichtbereich Theorie	21
2.3	Wahlpflichtbereich Systeme	23
2.4	Fachgebietsübergreifende Module	30
2.5	Importmodule	32

Erläuterungen zu den Modulbeschreibungen:

- Unterscheidung Pflicht/Wahlpflichtmodul und Pflicht/Wahlpflichtlehrveranstaltung:
 - Es gibt Pflicht- und Wahlpflichtmodule, wobei erstere als Module absolviert werden müssen, auch wenn sie sich ihrerseits aus Wahlpflichtlehrveranstaltungen aufbauen. Pflicht- und Wahlpflichtmodule sind im Modulhandbuch in unterschiedlichen Abschnitten aufgeführt. Innerhalb eines Moduls kann es – unabhängig vom Charakter des Moduls selbst – Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen geben, wobei im Fall von Modulen aus einer einzigen Lehrveranstaltung diese notwendigerweise Pflicht sein muss. Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen eines Moduls sind im Modulhandbuch durch den Eintrag “Pf/WP” charakterisiert.
- SWS-Angaben:
 - SWS-Angaben beziehen sich stets auf das gesamte Semester, weswegen bei untersemestrigen Lehrveranstaltungen die wöchentliche Angabe mit dem Verhältnis aus der Zahl der Wochen, in der die Lehrveranstaltung tatsächlich abgehalten wird, und der Normwochenzahl eines Semesters (15 sowohl für Winter- als auch für Sommersemester) multipliziert wird. Die resultierende Zahl wird dann auf die nächstliegende ganze Zahl gerundet.
- Verwendbarkeit:
 - Die Verwendbarkeit eines Moduls für einen Studiengang bezieht sich auf die vorliegende Zulassung des Moduls für einen Studiengang, nicht auf seine thematische Verwendbarkeit in einem Studiengang.
- Semesterzuordnung:
 - Die Zuordnung einer Lehrveranstaltung zu einem Fachsemester bezieht sich auf Studierende, die das Studium im Wintersemester aufnehmen und gemäß Studienverlaufsplan in der Regelstudienzeit durchlaufen. Die Fachsemester 1,3,5 implizieren daher stets das Angebot der entsprechenden Lehrveranstaltung im WS, die Fachsemester 2,4,6 das Angebot im SoSe.
 - Falls eine Lehrveranstaltung in unterschiedlichen Fachsemestern besucht werden kann, ist dies in der Semesterzuordnungstabelle mit Kreuzen bei mehreren Semestern charakterisiert. Falls der Besuch in einem dieser Fachsemester nicht dem offiziellen Studienverlaufsplan entspricht, ist das entsprechende Kreuz eingeklammert.
- Unterrichtssprache:
 - Deutsch oder Englisch = Modul wird grundsätzlich auf Deutsch abgehalten, auf Wunsch der Studierenden wird zur Unterrichtssprache Englisch übergegangen
 - Englisch oder Deutsch = Modul wird grundsätzlich auf Englisch abgehalten, auf Wunsch der Studierenden wird zur Unterrichtssprache Deutsch übergegangen
 - Englisch und Deutsch = innerhalb des Moduls werden einzelne Lehrveranstaltungen auf Englisch abgehalten, andere auf Deutsch

1 Pflichtmodule des Masterstudiengangs

1.1 Praktika und Seminare

PEXFLBPH	Forschungs- und Laborpraktikum (Research Lab Class)	Pflichtmodul	14 CP (insg.) = 420 h		10 SWS
			Kontaktstudium 10 SWS / 150 h	Selbststudium 270 h	
Inhalte					
Angeleitete experimentelle Tätigkeiten zur Bearbeitung einer forschungsorientierten Fragestellung in Instituten der beteiligten Fachbereiche oder externer Einrichtungen, z.B. Versuche an Forschungsgeräten der einzelnen Arbeitsgruppen.					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Soft Skills: Durch das Experimentieren, das Erstellen von kurzen schriftlichen Berichten und durch regelmäßige Fortschrittbesprechungen und Präsentationen üben die Studierenden Dokumentation, Teamfähigkeit, Kooperation und Kommunikation.</p>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		MSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		ständig			
Dauer		1/2 Semester (12 Wochen), oder 2× 1/4 Semester (2× 6 Wochen), oder als Block			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Bredenbeck			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme am Praktikum			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen der Teilnahmenachweise			
Lehr- / Lernformen		Praktikum			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch oder Englisch			

Modulprüfung												
Modulabschlussprüfung, benotet												
bestehend aus:					benoteter Praktikumsbericht (20–30 Seiten) bei Durchführung als ein Praktikum, zwei Praktikumsberichte (je 10–15 Seiten) bei Durchführung als zweigeteiltes Praktikum. Im letzteren Fall ergibt sich die Gesamtnote des Moduls aus dem arithmetischen Mittel der Teilnoten auf die beiden Berichte.							
Organisatorische Hinweise												
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.												
Das Forschungs- und Laborpraktikum ist ein Modul, dass gut für die Durchführung im Ausland geeignet ist.												
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						10	14					

1 PFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

SPROAG	Proseminar und Arbeitsgruppenseminar (Proseminar and Research Group Seminar)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	
Inhalte					
<i>Proseminar:</i> Aktuelle Themen der Biophysik und angrenzender Gebiete je nach aktuellem Angebot.					
<i>Arbeitsgruppenseminar:</i> Themen aus einem aktuellen Gebiet der Forschung abhängig von der gewählten Arbeitsgruppe					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<i>Proseminar:</i> Im Proseminar lernen die Studierenden, sich biophysikalische Sachverhalte, die i.d.R. nicht in Ihrem engeren Spezialisierungsgebiet liegen, zu erschließen und zu recherchieren, im Vortrag zu erklären und ihre eigenen sowie die Beiträge der anderen Teilnehmenden zu diskutieren.					
<i>Arbeitsgruppenseminar:</i> Durch die Integration in eine Arbeitsgruppe während der Masterarbeit und die regelmäßige Diskussion aktueller Ergebnisse und Probleme im Arbeitsgruppenseminar lernen die Studierenden, eigene Resultate und Ideen vorzustellen und mit kritischem Publikum zu diskutieren.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		MSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jedes Semester			
Dauer		zweisemestrig oder einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Studiendekan Physik			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme			
Studienleistungen		Referat (30–60 min) im Arbeitsgruppenseminar über die eigenen Forschungsergebnisse im Rahmen der Masterarbeit, unbenotet			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen der Leistungsnachweise			
Lehr- / Lernformen		Seminar, Proseminar			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch oder Englisch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		Seminarvortrag im Proseminar (30 min) über ein Thema aus der aktuellen Literatur			

Organisatorische Hinweise

Proseminar: In jedem Semester können verschiedene Veranstaltungen als Proseminar angeboten werden, die aktuellen Themen der Biophysik und angrenzender Gebiete gewidmet sind. 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. 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. Arbeitsgruppenseminare sind i.d.R. nicht als Proseminare zulässig.

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Proseminar	PS	2	3	Pf	X	X	(X)	(X)
Arbeitsgruppenseminar (Research Group Seminar)	S	2	3	Pf				X
Summe		4	6					

1.2 Fachliche Spezialisierung und Masterarbeit

FSBPH	Fachliche Spezialisierung (Preparation for Master Project I)	Pflichtmodul	15 CP (insg.) = 450 h				0 SWS		
			Kontaktstudium 0 SWS / 0 h	Selbststudium 450 h					
Inhalte									
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und die fachlichen und methodischen Grundlagen an einem Beispiel aus einem Forschungsgebiet. Eigenständige Literaturrecherche zum Stand der Forschung.									
Lernergebnisse/Kompetenzziele									
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.									
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls									
keine									
Empfohlene Vorkenntnisse									
Inhalt der im jeweiligen Spezialgebiet angebotenen, fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen									
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Biophysik / FB Physik							
Verwendbarkeit		MSc Biophysik							
Häufigkeit des Angebots		ständig							
Dauer		einsemestrig							
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Studiendekan Physik							
Studiennachweise									
Teilnahmenachweise		keine							
Leistungsnachweise		Vortrag über das erarbeitete Thema oder Fachgespräch mit dem Betreuer (30–60 min)							
Lehr- / Lernformen		Praktikum							
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch oder Englisch je nach gewählter Arbeitsgruppe							
Modulprüfung									
keine									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
						1	2	3	4
Fachliche Spezialisierung (Preparation for Master Project I)		P		15	Pf			X	
Summe			0	15					

EPBPH	Erarbeiten eines Projekts (Preparation for Master Project II)	Pflichtmodul	15 CP (insg.) = 450 h		0 SWS				
			Kontaktstudium 0 SWS / 0 h	Selbststudium 450 h					
Inhalte									
Schriftliche Ausarbeitung einer Projektskizze auf einem aktuellen Gebiet der Forschung.									
Lernergebnisse/Kompetenzziele									
<p>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 bzw. die Betreuerin der Masterarbeit).</p> <p>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.</p> <p>Die Betreuung erfolgt dabei in Form von Betreuungsgesprächen im wöchentlichen Rhythmus.</p>									
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls									
keine									
Empfohlene Vorkenntnisse									
Inhalt der im jeweiligen Spezialgebiet angebotenen, fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen									
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Biophysik / FB Physik							
Verwendbarkeit		MSc Biophysik							
Häufigkeit des Angebots		permanent							
Dauer		einsemestrig							
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Studiendekan Physik							
Studiennachweise									
Teilnahmenachweise		keine							
Leistungsnachweise		schriftliche Ausarbeitung einer Projektskizze, unbenotet							
Lehr- / Lernformen		Praktikum							
Unterrichts- / Prüfungssprache		Englisch oder Deutsch je nach gewählter Arbeitsgruppe							
Modulprüfung									
keine									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
						1	2	3	4
Erarbeiten eines Projektes (Preparation for Master Project II)		P		15	Pf			X	
Summe				15					

1 PFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

MABPH	Masterarbeit (Master's Project)	Pflichtmodul	30 CP (insg.) = 900 h		900 SWS
			Kontaktstudium 900 SWS / 0 h	Selbststudium 900 h	
Inhalte					
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. Wichtige Aspekte sind: Planung der anstehenden Forschungstätigkeiten, wissenschaftliche Dokumentation, Datenanalyse und -interpretation, schriftliche Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse in einer für das Fachpublikum verständlichen Form, graphische Aufarbeitung wissenschaftlicher Ergebnisse.					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Die Masterarbeit dient der wissenschaftlichen Ausbildung. Studierende sollen befähigt werden, eine definierte wissenschaftliche, aktuelle Aufgabenstellung aus einem biophysikalischen Fachgebiet selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die erlernten Fach- und Methodenkompetenzen aus dem Biophysik-Studiengang werden angewendet. Die schriftliche Dokumentation und kritische Diskussion der Ergebnisse schult die Ausdrucksfähigkeit der Studierenden.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
gemäß § 36 Abs. 4					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Inhalte aus Vorlesungen, Übungen, Praktika und Seminaren (Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen) je nach Thema der Masterarbeit					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		MSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		ständig			
Dauer		6 Monate (Vollzeit)			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Studiendekan Physik			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		keine			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		keine			
Lehr- / Lernformen		angeleitete wissenschaftliche Projektarbeit			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch oder Englisch je nach gewählter Arbeitsgruppe			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		Schriftliche Masterarbeit (6 Monate, i.d.R. ca. 70 Seiten, überschreitet i.d.R. nicht 90 Seiten)			
Organisatorische Hinweise					
Die Masterarbeit kann an allen drei Fachbereichen (FB13 Physik, FB14 Biochemie/Chemie/Pharmazie, FB15 Biowissenschaften) durchgeführt werden. Dieses Modul ist auch gut zur Durchführung in einer externen Forschungseinrichtung oder im Ausland geeignet.					

1 PFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Masterarbeit (Master's Project)	MA		30	Pf				X
Summe			30					

2 Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs

Die Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs sind in drei Bereiche gegliedert: Methoden, Theorie und Systeme. In den entsprechenden Abschnitten sind die Beschreibungen der Module aufgeführt, die speziell für den Masterstudiengang Biophysik erstellt wurden.

Zusätzlich gibt es Importmodule, die unverändert aus anderen Studiengängen übernommen wurden; diese sind in einem eigenen Abschnitt tabellarisch aufgeführt.

2.1 Wahlpflichtbereich Methoden

ELMIK	Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Electron Microscopy with Image Processing)	Wahlpflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		6 SWS
			Kontaktstudium 6 SWS / 90 h	Selbststudium 90 h	
Inhalte					
<p><i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</i> Elektronenmikroskopie, Kryo-Elektronenmikroskopie, Einzelpartikelanalyse, Kryo-Elektronentomographie, Zelluläre Kryo-Elektronentomographie, Korrelative Licht- und Elektronenmikroskopie, Bildgebende Verfahren, Methoden der Bildrekonstruktion, Methoden zur Vermeidung des Hintergrundrauschens, Methoden der Bildmanipulation, Fourier Transformation, Programmieren mit MATLAB, Programmieren mit C/C++</p> <p>In der Übung wenden die Studierenden ihre theoretischen Kenntnisse an und erlernen moderne Programmiersprachen (z.B. MATLAB, C/C++) und moderne Software-Entwicklung. Es werden Hausaufgaben gestellt, die in der nächsten Stunde besprochen werden.</p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</i> In der Blockveranstaltung werden nach jeweils 2-stündiger Einführungsvorlesung praktische Aspekte der biologischen Elektronenmikroskopie und Bildverarbeitung direkt an den Forschungsgeräten in Kleingruppen bearbeitet. (<i>Organisatorische Hinweise: Praktikum als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit. Sprache Englisch oder Deutsch</i>)</p>					

Lernergebnisse/Kompetenzziele	
<p>In der Vorlesung <i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> lernen die Studierenden die theoretischen Grundlagen der biologischen Elektronenmikroskopie (insbesondere der Einzelpartikel Kryo-Elektronenmikroskopie und der zellulären Elektronentomographie). Begleitend werden die grundlegenden Algorithmen der Bildverarbeitung eingeführt und die Studierenden können anhand dieser Grundlagen selbst neue und fortgeschrittene Algorithmen entwerfen. Es werden die mathematischen Grundlagen und Anwendungen diskutiert. Ziel der Vorlesung ist es, fundiertes Hintergrundwissen der Elektronenmikroskopie zu vermitteln, wodurch die Studierenden ihre zukünftigen Elektronenmikroskopie-Projekte erfolgreich verfolgen können.</p> <p>In den zugehörigen Übungen können die Studierenden ihre theoretischen Kenntnisse anwenden. Sie werden mit (a) allgemeinen Methoden der Prozessierung elektronenmikroskopischer Daten und (b) der Bildverarbeitung in MATLAB vertraut gemacht. In den Hausaufgaben vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse und präsentieren ihre Ergebnisse in der nächsten Stunde.</p> <p>Der Vorlesungsteil des Praktikums vermittelt die Grundlagen der Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie (TEM und SEM) und gibt eine Übersicht über Probenvorbereitungstechniken. Weiterhin werden Bildverarbeitungstechniken vorgestellt, die in der strukturellen biologischen Elektronenmikroskopie angewendet werden. Im praktischen Teil wird in Kleingruppen (3–4 Studierende) gearbeitet. Die Studierenden werden Negativfärbung und Kryo-Fixationsmethoden anwenden, die Ultramikrotomie mit Diamantmessern ausführen und praktische Erfahrungen an TEMs sammeln.</p> <p>In the lecture <i>Electron Microscopy with Image Processing</i> the students learn the theoretical basics of biological electron microscopy (in particular of single-particle cryo-electron microscopy and cellular electron-tomography). Accompanying, the basic algorithms of image processing are introduced and students can use these basics to design new and advanced algorithms themselves. The mathematical basics and applications are discussed. The aim of the lecture is to provide a sound background in electron microscopy, enabling students to successfully pursue their future electron microscopy projects.</p> <p>In the accompanying exercises students can apply their theoretical knowledge. They will be familiarized with (a) general methods of processing electron microscopic data and (b) image processing in MATLAB. In the homework, the students deepen their knowledge and present their results in the next lesson.</p> <p>The lecture part of the practical course teaches the basics of transmission and scanning electron microscopy (TEM and SEM) and gives an overview of sample preparation techniques. Furthermore, image processing techniques used in structural biology electron microscopy are presented. In the practical part we work in small groups (3–4 students). Students will apply negative staining and cryofixation techniques, perform ultramicrotomy with diamond knives, and gain hands-on experience at TEMs.</p>	
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls	
keine	
Empfohlene Vorkenntnisse	
Grundlagen der Optik (z.B. Lichtmikroskopie), Mathematische Grundlagen (z.B. Fourier-Transformation)	
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)	MSc Biophysik / FB Physik
Verwendbarkeit	MSc Biophysik, MSc Physik, MSc Biochemie, BSc Informatik, MSc Informatik
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Dauer	einsemestrig
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter	Frangakis
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen	
Semesterbegleitende Nachweise	<p><i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i>: regelmäßige Teilnahme an den Übungen</p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i>: regelmäßige Teilnahme am Praktikum</p>
Studienleistungen	<p><i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i>: kommentierte Hausaufgabe</p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i>: Präsentation eines Forschungsartikels als Nachfolgetermin zum <i>Praktikum</i></p>

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Prüfungsvorleistungen	Erbringen aller Leistungsnachweise							
Lehr- / Lernformen	Vorlesung, Übung, Praktikum							
Unterrichts- / Prüfungssprache	Englisch oder Deutsch							
Modulprüfung								
Modulabschlussprüfung, benotet								
bestehend aus:	mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) zur <i>Vorlesung</i>							
Organisatorische Hinweise								
<p>Diese Veranstaltungen finden auf Englisch statt. Wenn sie nur von deutschsprachigen Studierenden besucht werden, können sie auch auf Deutsch gehalten werden.</p> <p>Das Praktikum Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt und wird jedes Semester angeboten.</p>								
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Electron Microscopy with Image Processing)	V+Ü	4	4	Pf	X		(X)	
Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Introduction to Biological Electron Microscopy with Image Processing) (Blockveranstaltung)	P	2	2	Pf	X	X	(X)	(X)
Summe		6	6					

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

VCDD	Computerorientierte Medikamentenentwicklung (Computational Drug Design)	Wahlpflicht- modul	5 CP (insg.) = 150 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	
Inhalte					
<p>Lecture: The theory and application of computational methods used in drug design and discovery are presented in an application-oriented way. For this purpose, different computational methods, such as docking, modeling, ligand-based approaches, bioinformatic approaches as well as molecular dynamics (MD) simulation-based methods, are introduced. Their applications in drug design will be discussed with numerous examples from published scientific literature. Furthermore, for each method the widely used softwares will be introduced and exercises utilising these software are integrated into the lectures.</p> <p>Practical course: During the practical part, the individual methods are applied to simple problems of drug design. The topics offer a wide variety of computational methods spanning theoretical biophysics, biochemistry, and medicinal chemistry.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
The goal of this module is to introduce the students to the modern computational tools widely used for drug design. Students understand the theory, application, and limitations of each method and would be able to use them for specific projects. Through the focus on sample programs, students learn how to use computational methods in different projects.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Basic knowledge of programming and Linux environment, bachelor-level knowledge of organic chemistry as well as good knowledge of protein chemistry and structure. Use your own laptop during the lecture.					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Biophysik / FB FB13			
Verwendbarkeit		MSc Chemie			
Häufigkeit des Angebots		unregelmäßig			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Hummer			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		keine			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		keine			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Praktikum			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Englisch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) zur Vorlesung			

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Computerorientierte Medikamentenentwicklung (Computational Drug Design)	V	2	3	Pf	X		(X)	
Computerorientierte Medikamentenentwicklung (Computational Drug Design)	P	2	2	Pf	X		(X)	
Summe		4	5					

VKBPHMM	Spezielle Themen der Biophysik für MSc-Studierende: Methoden (Special Topics in Biophysics for MSc Students: Methods)	Wahlpflichtmodul	6–9 CP (insg.) = 180–270 h		4–6 SWS
			Kontaktstudium 4–6 SWS / 60–90 h	Selbststudium 120–180 h	
Inhalte					
abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:					
<p><i>(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:</i> 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.</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>					
<p><i>Elektrophysiologie:</i> 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.</p>					
<p><i>Laser- und Optoelektronik:</i> 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.</p>					
<p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</i> In der Blockveranstaltung werden nach jeweils 2-stündiger Einführungsvorlesung praktische Aspekte der biologischen Elektronenmikroskopie und Bildverarbeitung direkt an den Forschungsgeräten in Kleingruppen bearbeitet. (<i>Organisatorische Hinweise: Praktikum als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit. Sprache Englisch oder Deutsch</i>)</p>					
Die Studierenden müssen mindestens zwei und können maximal drei Lehrveranstaltungen absolvieren. Dabei kann frei aus den verfügbaren Lehrveranstaltungen ausgewählt werden.					

Lernergebnisse/Kompetenzziele	
<p>Nach Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in dem von ihnen gewählten Vertiefungsbereich in der Lage, sich selbstständig in die aktuelle Forschung einzuarbeiten bzw. direkt zu ihr beizutragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen alle wesentlichen Konzepte und Fachbegriffe und verstehen deren inhaltliche Zusammenhänge. • Die Studierenden können forschungsnahe Problemstellungen thematisch einordnen und mit den vermittelten Methoden analysieren. • Die Studierenden können weiterführende Informationen zu einer gegebenen Fragestellung in Fachliteratur und Internet recherchieren. • Die Studierenden können aktuelle wissenschaftliche Publikationen verstehen und wiedergeben. • Die Studierenden besitzen das experimentelle oder theoretische Rüstzeug, um eine gegebene wissenschaftliche Fragestellung selbst quantitativ zu untersuchen und zu beantworten. 	
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls	
keine	
Empfohlene Vorkenntnisse	
<p>abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:</p> <p><i>(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:</i> keine</p> <p><i>Biochemische Methoden in der Biophysik:</i> 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</p> <p><i>Elektrophysiologie:</i> Inhalte der Vorlesungen Biophysik I oder Biophysik Nebenfach</p> <p><i>Laser- und Optoelektronik:</i> Inhalt der Module <i>Experimentalphysik 1–4, Theoretische Physik 1–4, Anfängerpraktikum 1–2</i></p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</i> Grundlagen der Optik (z.B. Lichtmikroskopie), Mathematische Grundlagen (z.B. Fourier-Transformation)</p>	
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)	MSc Biophysik / FB Physik
Verwendbarkeit	MSc Biophysik
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Dauer	einsemestrig
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter	Bredenbeck
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen	
Semesterbegleitende Nachweise	<p>abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:</p> <p><i>(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:</i> keine</p> <p><i>Biochemische Methoden in der Biophysik:</i> keine</p> <p><i>Elektrophysiologie:</i> keine</p> <p><i>Laser- und Optoelektronik:</i> keine</p>

<p>Studienleistungen</p> <p>Prüfungsvorleistungen</p>	<p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i>: regelmäßige Teilnahme am Praktikum</p> <p>abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:</p> <p><i>(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden</i>: Fachgespräch (ca. 30 Min.) oder Test</p> <p><i>Biochemische Methoden in der Biophysik</i>: erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben u. Fachgespräch (ca. 30 min) oder Test</p> <p><i>Elektrophysiologie</i>: Fachgespräch (30 min) oder Test</p> <p><i>Laser- und Optoelektronik</i>: Präsentation oder schriftlich zu beantwortende Quizfragen (Übungsaufgaben) oder Fachgespräch (ca. 30 Min.)</p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i>: Präsentation eines Forschungsartikels als Nachfolgetermin zum <i>Praktikum</i></p> <p>Erbringen aller Leistungsnachweise in der Lehrveranstaltung, zu der die lehrveranstaltungsbezogene Modulprüfung stattfinden soll</p>
<p>Lehr- / Lernformen</p>	<p>Vorlesungen, Übung, Praktikum</p>
<p>Unterrichts- / Prüfungssprache</p>	<p>i. d. R. Deutsch</p>
<p>Modulprüfung</p> <p>Modulabschlussprüfung, benotet</p> <p>bestehend aus:</p>	<p>Die Modulprüfung zu diesem Modul erfolgt lehrveranstaltungsbezogen: In einer Lehrveranstaltung des Moduls nach Wahl der oder des Studierenden werden sowohl die konkreten Inhalte der jeweiligen Lehrveranstaltung als auch die übergeordneten Lernziele des Moduls abgeprüft. Alle anderen von der oder dem Studierenden in diesem Modul absolvierten Lehrveranstaltungen werden mit den oben aufgeführten Leistungsnachweisen abgeschlossen.</p> <p>mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oder Klausur (90 Min.)</p>

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden (Bio-)molecular Dynamics – Measuring Methods and Applications from Femtoseconds to Seconds)	V	2	3	WP		X		(X)
Biochemische Methoden in der Biophysik (Biochemical Methods in Biophysics)	V	2	3	WP		X		(X)
Elektrophysiologie (Electrophysiology)	V	2	3	WP	X		(X)	
Laser- und Optoelektronik (Laser and Optoelectronics)	V	2	3	WP	X		(X)	
Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Introduction to Biological Electron Microscopy with Image Processing) (Blockveranstaltung)	P	2	2	WP	X	X	(X)	(X)
Summe		4–6	6–9					

2.2 Wahlpflichtbereich Theorie

VCDD	Computerorientierte Medikamentenentwicklung (Computational Drug Design)	Wahlpflicht- modul	5 CP (insg.) = 150 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	
Inhalte					
<p>Lecture: The theory and application of computational methods used in drug design and discovery are presented in an application-oriented way. For this purpose, different computational methods, such as docking, modeling, ligand-based approaches, bioinformatic approaches as well as molecular dynamics (MD) simulation-based methods, are introduced. Their applications in drug design will be discussed with numerous examples from published scientific literature. Furthermore, for each method the widely used softwares will be introduced and exercises utilising these software are integrated into the lectures.</p> <p>Practical course: During the practical part, the individual methods are applied to simple problems of drug design. The topics offer a wide variety of computational methods spanning theoretical biophysics, biochemistry, and medicinal chemistry.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
The goal of this module is to introduce the students to the modern computational tools widely used for drug design. Students understand the theory, application, and limitations of each method and would be able to use them for specific projects. Through the focus on sample programs, students learn how to use computational methods in different projects.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Basic knowledge of programming and Linux environment, bachelor-level knowledge of organic chemistry as well as good knowledge of protein chemistry and structure. Use your own laptop during the lecture.					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Biophysik / FB FB13			
Verwendbarkeit		MSc Chemie			
Häufigkeit des Angebots		unregelmäßig			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Hummer			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		keine			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		keine			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Praktikum			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Englisch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) zur Vorlesung			

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Computerorientierte Medikamentenentwicklung (Computational Drug Design)	V	2	3	Pf	X		(X)	
Computerorientierte Medikamentenentwicklung (Computational Drug Design)	P	2	2	Pf	X		(X)	
Summe		4	5					

2.3 Wahlpflichtbereich Systeme

BPHBIO1	Struktur und Funktion der Organismen (Structure and Function of Organisms)	Wahlpflicht- modul	6 CP (insg.) = 180 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	
Inhalte					
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. <i>adaptiert nach Modulbeschreibung in BSc Biowissenschaften</i>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
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 Organisations-ebenen der belebten Natur behandelt werden.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biowissenschaften / FB Biowissenschaften			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Prof. Dr. Claudia Büchel, Prof. Dr. Manfred Kössl			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		keine			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		keine			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		Klausur (60 Min.)			
Organisatorische Hinweise					
Teilimportmodul aus dem BSc Biowissenschaften; entspricht der Vorlesung im Modul BSC-BIOW-1.					

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Struktur und Funktion der Organismen (Structure and Function of Organisms)	V	4	6	Pf	X		(X)	
Summe		4	6					

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

ELMIK	Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Electron Microscopy with Image Processing)	Wahlpflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		6 SWS
			Kontaktstudium 6 SWS / 90 h	Selbststudium 90 h	
Inhalte					
<p><i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</i> Elektronenmikroskopie, Kryo-Elektronenmikroskopie, Einzelpartikelanalyse, Kryo-Elektronentomographie, Zelluläre Kryo-Elektronentomographie, Korrelative Licht- und Elektronenmikroskopie, Bildgebende Verfahren, Methoden der Bildrekonstruktion, Methoden zur Vermeidung des Hintergrundrauschens, Methoden der Bildmanipulation, Fourier Transformation, Programmieren mit MATLAB, Programmieren mit C/C++</p> <p>In der Übung wenden die Studierenden ihre theoretischen Kenntnisse an und erlernen moderne Programmiersprachen (z.B. MATLAB, C/C++) und moderne Software-Entwicklung. Es werden Hausaufgaben gestellt, die in der nächsten Stunde besprochen werden.</p> <p><i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</i> In der Blockveranstaltung werden nach jeweils 2-stündiger Einführungsvorlesung praktische Aspekte der biologischen Elektronenmikroskopie und Bildverarbeitung direkt an den Forschungsgeräten in Kleingruppen bearbeitet. (<i>Organisatorische Hinweise: Praktikum als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit. Sprache Englisch oder Deutsch</i>)</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>In der Vorlesung <i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> lernen die Studierenden die theoretischen Grundlagen der biologischen Elektronenmikroskopie (insbesondere der Einzelpartikel Kryo-Elektronenmikroskopie und der zellulären Elektronentomographie). Begleitend werden die grundlegenden Algorithmen der Bildverarbeitung eingeführt und die Studierenden können anhand dieser Grundlagen selbst neue und fortgeschrittene Algorithmen entwerfen. Es werden die mathematischen Grundlagen und Anwendungen diskutiert. Ziel der Vorlesung ist es, fundiertes Hintergrundwissen der Elektronenmikroskopie zu vermitteln, wodurch die Studierenden ihre zukünftigen Elektronenmikroskopie-Projekte erfolgreich verfolgen können.</p> <p>In den zugehörigen Übungen können die Studierenden ihre theoretischen Kenntnisse anwenden. Sie werden mit (a) allgemeinen Methoden der Prozessierung elektronenmikroskopischer Daten und (b) der Bildverarbeitung in MATLAB vertraut gemacht. In den Hausaufgaben vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse und präsentieren ihre Ergebnisse in der nächsten Stunde.</p> <p>Der Vorlesungsteil des Praktikums vermittelt die Grundlagen der Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie (TEM und SEM) und gibt eine Übersicht über Probenvorbereitungstechniken. Weiterhin werden Bildverarbeitungstechniken vorgestellt, die in der strukturellen Elektronenmikroskopie angewendet werden. Im praktischen Teil wird in Kleingruppen (3–4 Studierende) gearbeitet. Die Studierenden werden Negativfärbung und Kryo-Fixationsmethoden anwenden, die Ultramikrotomie mit Diamantmessern ausführen und praktische Erfahrungen an TEMs sammeln.</p> <p>In the lecture <i>Electron Microscopy with Image Processing</i> the students learn the theoretical basics of biological electron microscopy (in particular of single-particle cryo-electron microscopy and cellular electron-tomography). Accompanying, the basic algorithms of image processing are introduced and students can use these basics to design new and advanced algorithms themselves. The mathematical basics and applications are discussed. The aim of the lecture is to provide a sound background in electron microscopy, enabling students to successfully pursue their future electron microscopy projects.</p> <p>In the accompanying exercises students can apply their theoretical knowledge. They will be familiarized with (a) general methods of processing electron microscopic data and (b) image processing in MATLAB. In the homework, the students deepen their knowledge and present their results in the next lesson.</p> <p>The lecture part of the practical course teaches the basics of transmission and scanning electron microscopy (TEM and SEM) and gives an overview of sample preparation techniques. Furthermore, image processing techniques used in structural biology electron microscopy are presented. In the practical part we work in small groups (3–4 students). Students will apply negative staining and cryofixation techniques, perform ultramicrotomy with diamond knives, and gain hands-on experience at TEMs.</p>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Grundlagen der Optik (z.B. Lichtmikroskopie), Mathematische Grundlagen (z.B. Fourier-Transformation)					

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)	MSc Biophysik / FB Physik							
Verwendbarkeit	MSc Biophysik, MSc Physik, MSc Biochemie, BSc Informatik, MSc Informatik							
Häufigkeit des Angebots	jährlich							
Dauer	einsemestrig							
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter	Frangakis							
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen								
Semesterbegleitende Nachweise	<i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> : regelmäßige Teilnahme an den Übungen							
Studienleistungen	<i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> : regelmäßige Teilnahme am Praktikum							
Prüfungsvorleistungen	<i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> : kommentierte Hausaufgabe							
	<i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> : Präsentation eines Forschungsartikels als Nachfolgetermin zum <i>Praktikum</i>							
	Erbringen aller Leistungsnachweise							
Lehr- / Lernformen	Vorlesung, Übung, Praktikum							
Unterrichts- / Prüfungssprache	Englisch oder Deutsch							
Modulprüfung								
Modulabschlussprüfung, benotet								
bestehend aus:	mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) zur <i>Vorlesung</i>							
Organisatorische Hinweise	<p>Diese Veranstaltungen finden auf Englisch statt. Wenn sie nur von deutschsprachigen Studierenden besucht werden, können sie auch auf Deutsch gehalten werden.</p> <p>Das Praktikum Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt und wird jedes Semester angeboten.</p>							
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Electron Microscopy with Image Processing)	V+Ü	4	4	Pf	X		(X)	
Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung (Introduction to Biological Electron Microscopy with Image Processing) (Blockveranstaltung)	P	2	2	Pf	X	X	(X)	(X)
Summe		6	6					

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

VKBPHMS	Spezielle Themen der Biophysik für MSc-Studierende: Systeme (Special Topics in Biophysics for MSc Students: Systems)	Wahlpflichtmodul	5–10 CP (insg.) = 150–300 h		3–7 SWS
			Kontaktstudium 3–7 SWS / 45–105 h	Selbststudium 105–195 h	
Inhalte					
abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen:					
<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>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 Tunnel-diode, HEMT-Transistor, HBT-Transistor, etc.); Bauelementemodellierung und Schaltungsentwurf; Bauelemente auf Nicht-Standardhalbleitern (Graphen, Kohlenstoffröhren).</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>Genomfunktion und Genregulation:</i> (Teilimport der Vorlesung aus dem Modul MSc-Molbio-5) Im Vordergrund stehen Versuche zum Genom, zur Regulation der Genexpression auf unterschiedlichen Ebenen und zur Stoffwechselregulation.</p> <p>Die Studierenden müssen mindestens zwei und können maximal drei Lehrveranstaltungen absolvieren. Dabei kann frei aus den verfügbaren Lehrveranstaltungen ausgewählt werden.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Nach Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in dem von ihnen gewählten Vertiefungsbereich in der Lage, sich selbstständig in die aktuelle Forschung einzuarbeiten bzw. direkt zu ihr beizutragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen alle wesentlichen Konzepte und Fachbegriffe und verstehen deren inhaltliche Zusammenhänge. • Die Studierenden können forschungsnahe Problemstellungen thematisch einordnen und mit den vermittelten Methoden analysieren. • Die Studierenden können weiterführende Informationen zu einer gegebenen Fragestellung in Fachliteratur und Internet recherchieren. • Die Studierenden können aktuelle wissenschaftliche Publikationen verstehen und wiedergeben. • Die Studierenden besitzen das experimentelle oder theoretische Rüstzeug, um eine gegebene wissenschaftliche Fragestellung selbst quantitativ zu untersuchen und zu beantworten. 					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					

Empfohlene Vorkenntnisse	
abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen: <i>Strahlen- und Umweltbiophysik</i> : Grundlagen des Atommodells und des Aufbaus der Atomkerne, beispielsweise aus der Vorlesung Experimentalvorlesung 3 (Atome und Quanten) <i>Halbleiter- und Bauelementephysik</i> : Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1–3</i> sowie <i>Experimentalphysik 4b</i> , <i>Theoretische Physik 1–5</i> , <i>Anfängerpraktikum 1–2</i> <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 <i>Genomfunktion und Genregulation</i> : Kenntnisse der Molekularbiologie und Genetik (Modul BSCBIOW8)	
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)	MSc Biophysik / FB Physik
Verwendbarkeit	MSc Biophysik
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Dauer	einsemestrig
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter	Bredenbeck
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen	
Semesterbegleitende Nachweise	abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen: <i>Strahlen- und Umweltbiophysik</i> : regelmäßige Teilnahme an den Übungen <i>Halbleiter- und Bauelementephysik</i> : regelmäßige Teilnahme an den Übungen <i>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung</i> : keine <i>Genomfunktion und Genregulation</i> : keine
Studienleistungen	abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen: <i>Strahlen- und Umweltbiophysik</i> : erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben u. Fachgespräch (ca. 30 min) oder Test <i>Halbleiter- und Bauelementephysik</i> : erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben <i>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung</i> : Fachgespräch (30 min) oder Test <i>Genomfunktion und Genregulation</i> : keine
Prüfungsvorleistungen	Erbringen aller Leistungsnachweise in der Lehrveranstaltung, zu der die lehrveranstaltungsbezogene Modulprüfung stattfinden soll
Lehr- / Lernformen	Vorlesungen, Übung
Unterrichts- / Prüfungssprache	Deutsch

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Modulprüfung Modulabschlussprüfung, benotet		Die Modulprüfung zu diesem Modul erfolgt lehrveranstaltungsbezogen: In einer Lehrveranstaltung des Moduls nach Wahl der oder des Studierenden werden sowohl die konkreten Inhalte der jeweiligen Lehrveranstaltung als auch die übergeordneten Lernziele des Moduls abgeprüft. Alle anderen von der oder dem Studierenden in diesem Modul absolvierten Lehrveranstaltungen werden mit den oben aufgeführten Leistungsnachweisen abgeschlossen.						
bestehend aus:		mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oder Klausur (90 Min.)						
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester			
					1	2	3	4
Strahlen- und Umweltbiophysik (Radiation and Environmental Biophysics)	V+Ü	1.5+0.5	3	WP		X		(X)
Halbleiter- und Bauelementephysik (Physics of Semiconductors and Electronic Devices)	V+Ü	2+1	4	WP		X		(X)
Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung (Biophysical Foundations of Biological Energy Conversion)	V	2	3	WP		X		(X)
Genomfunktion und Genregulation (Genome Function and Gene Regulation)	V	1	2	WP		X		(X)
Summe		3-7	5-10					

2.4 Fachgebietsübergreifende Module

BPHSGM	Studium Generale - Optionalmodul (General studies - optional module)	Wahlpflicht- modul	bis 6 CP (insg.) = h		SWS
			Kontaktstudium SWS / h	Selbststudium h	
Inhalte					
<p>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. Inhalte können beispielsweise sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>soft skills</i> wie Organisation und Zeitmanagement, Präsentationstechnik oder wissenschaftliches Schreiben • Sprachkenntnisse, insbesondere wissenschaftliches Englisch • Wissenschaftsethik • Wissenschaftsgeschichte und -philosophie • Journalismus • Betriebswirtschaftslehre • Umgang mit <i>intellectual property</i>, Patentwesen 					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>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>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
ggf. Teilnahmevoraussetzungen für einzelne LV					
Empfohlene Vorkenntnisse					
ggf. empfohlene Voraussetzungen für einzelne LV					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		abhängig vom Anbieter / FB alle			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik, MSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jedes Semester			
Dauer		i.d.R. einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Wille			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		gemäß der Beschreibung der gewählten Module			
Studienleistungen		gemäß der Beschreibung der gewählten Module			
Prüfungsvorleistungen		gemäß der Beschreibung der gewählten Module			
Lehr- / Lernformen		gemäß der Beschreibung der gewählten Module			

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Unterrichts- / Prüfungssprache		gemäß der Beschreibung der gewählten Module							
Modulprüfung Modulabschlussprüfung, unbenotet bestehend aus:		Prüfungsform/-dauer gemäß der Beschreibung der gewählten Module							
Organisatorische Hinweise									
Prinzipiell können im optionalen Modul Studium Generale beliebige Lehrveranstaltungen der Goethe-Universität eingebracht werden. Stellen Sie aber vorher bei den jeweiligen Dozenten und Prüfungsämtern des anbietenden Fachbereichs sicher, dass Sie die ggf. notwendigen Studien- bzw. Prüfungsleistungen erbringen können, z. B. an Abschlussklausuren teilnehmen dürfen. Das ist zwar meistens unkompliziert möglich, aber in stark strukturierten Studiengängen mit großen Studierendenzahlen, z. B. im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, kann es zu Problemen kommen.									
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					

2.5 Importmodule

In diesem Bereich sind Wahlpflichtmodule tabellarisch aufgeführt, die unverändert aus anderen Studiengängen importiert werden. Die verbindlichen Beschreibungen dieser Module sind in den Modulhandbüchern der Herkunftsstudiengänge zu finden. Die Tabelle enthält einen Vermerk, in welchem Wahlpflichtbereich (**M**ethoden, **T**heorie, **S**ysteme) ein Modul eingebracht werden kann.

Importmodule					
Modultitel	Herkunft	Kürzel	M	T	S
Advanced Introduction to C++, Scientific Computing and Machine Learning	BSc Physik	VCPPML	X		
Chemische Biologie I	BSc Chemie	O.4	X		
Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösenden Mikroskopie	MSc Chemie	K2.3	X		
Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösenden Mikroskopie – Vertiefung	MSc Chemie	K2.3	X		
Fortgeschrittene Chemische Biologie	MSc Chemie	CW-OCCB.4	X		
Grundlagen der Kristallzüchtung	BSc Physik	VKRISZ	X		
Laserchemie	MSc Chemie	K2.4	X		
Photonik und Spektroskopie für MSc-Studierende	MSc Physik	VKPHSM	X		
Röntgenstrukturanalyse	MSc Chemie	K2.1	X		
Spezielle Themen der Atomphysik für MSc-Studierende	MSc Physik	VKATOM	X		
Struktur und Funktion von Biomakromolekülen	MSc Chemie	K2.2	X		
Strukturelle Bioinformatik	MSc Biochemie	1.6	X		
Vertiefung A: Chemische Biologie II	BSc Chemie	V.2a	X		
EPR-Spektroskopie	MSc Chemie	K3.4	X	X	
Festkörper-NMR-Spektroskopie	MSc Chemie	CW-N.2	X	X	
Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie	MSc Chemie	K3.3	X	X	
Grundlagen der Bioinformatik	BSc Bioinfo	GruBI-V	X	X	
Moderne Methoden in den Molekularen Wissenschaften: Physikalische und Theoretische Chemie	MSc Chemie	CW-PTC.4	X	X	
Numerische Methoden der Physik	BSc Physik	VNUMP	X	X	
Reinforcement Learning	BSc Physik	VRLEARN	X	X	
Spezielle Themen der angewandten und technischen Physik für MSc-Studierende	MSc Physik	VKTECM	X	X	
Spezielle Themen der Atomphysik für MSc-Studierende	MSc Physik	VKATOM	X	X	
Analogelektronik	BSc Physik	ELEK-A	X		X
Chemie der Heterocyclen	MSc Chemie	CW-OCCB.2	X		X
Digitalelektronik	BSc Physik	ELEK-D	X		X
Modultitel	Herkunft	Kürzel	M	T	S

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Importmodule (Fortsetzung)					
Modultitel	Herkunft	Kürzel	M	T	S
Density Functional Theory	MSc Physik	VDFT		X	
Einführung in die Dichtefunktionaltheorie	MSc Chemie	K3.1		X	
Fortgeschrittene statistische Physik: Nichtgleichgewicht, kritische Phänomene und Renormierungsgruppe	MSc Physik	VFSTATP		X	
Molecular Computational Chemistry: Hauptgruppensysteme	BSc Chemie	W.10		X	
Molekulare Spektroskopie	BSc Chemie	P.5		X	
Quantum Molecular Dynamics	BSc Physik	VQMD		X	
Self-Organization: Theory and Simulations	MSc Physik	VSELFORG		X	
Theoretische Physik 4: Quantenmechanik	BSc Physik	VTH4		X	
Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik	BSc Physik	VTH5		X	
Advanced Theoretical Neuroscience	MSc Physik	VTHNEU2		X	X
Complex Adaptive Dynamical Systems	BSc Physik	VCADS		X	X
Theoretical Neuroscience	BSc Physik	VTHNEU		X	X
Theoretical Neuroscience	MSc Physik	VTHNEU		X	X
Anatomie und Physiologie	BSc Chemie	W.1			X
Biochemie und Tierphysiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-7			X
Diversität der Organismen: Pflanzen und Pilze	BSc Biowiss	BSC-BIOW-6A			X
Diversität der Organismen: Tiere	BSc Biowiss	BSC-BIOW-6B			X
Einführung in die Theoretische Festkörperphysik	MSc Physik	VTHFP1			X
Experimentalphysik 4b: Festkörper	BSc Physik	VEX4B			X
Infektions- und Pathobiologie	MSc Biochemie	2.3			X
Introduction to Quantum Many-Particle Theory	BSc Physik	VIQMPT			X
Membranbiologie	MSc Biochemie	2.2			X
Molekularbiologie	BSc Biochemie	1.6			X
Molekulare Biowissenschaften	MSc Biochemie	2.25			X
Molekulare Mikrobiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-12C			X
Neurobiologie, Zell- und Entwicklungsbiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-10			X
Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie	BSc Bio	BSC-BIOW-11			X
Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie	BSc Chemie	O.2			X
Spezialisierung 2 – Molekulare Pflanzenphysiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-13C			X
Spezialisierung 2 – Neurobiologie I	BSc Biowiss	BSC-BIOW-13B			X
Spezialisierung 3 – Biochemie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-14D			X
Modultitel	Herkunft	Kürzel	M	T	S

2 WAHLPFLICHTMODULE DES MASTERSTUDIENGANGS

Importmodule (Fortsetzung)					
Modultitel	Herkunft	Kürzel	M	T	S
Spezialisierung 3 – Genetik	BSc Biowiss	BSC-BIOW-14C			X
Spezialisierung 3 – Zellbiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-14B			X
Spezialisierung 4 – Molekularbiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-15C			X
Spezialisierung 4 – Neurobiologie II	BSc Biowiss	BSC-BIOW-15B			X
Toxikologie und Ökologie	MSc Biochemie	2.26			X
Zelluläre und Molekulare Neurobiologie	MSc Biochemie	2.1			X
Ökologie und Evolutionsbiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-9			X
Ökotoxikologie (VS)	MSc Eco	Öko-1-VS			X
Modultitel	Herkunft	Kürzel	M	T	S