

Modulhandbuch
Bachelorstudiengang Biophysik
Studienordnung 2023

Inhaltsverzeichnis

1 Pflichtmodule des Bachelorstudiengangs	4
1.1 Physik	4
1.2 Mathematik	16
1.3 Biophysik	18
1.4 Chemie	29
1.5 Biologie	42
1.6 Bachelorarbeit	46
2 Wahlpflichtmodule des Bachelorstudiengangs	48
2.1 Allgemeiner Wahlpflichtbereich	48
2.2 Wahlpflichtbereich Biologie	56
2.3 Importmodule	58
Index 1: Modulkürzel	60
Index 2: Modultitel	61

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 Bachelorstudiengangs

1.1 Physik

VEX1A	Experimentalphysik 1: Mechanik (Experimental Physics 1: Mechanics)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		3 SWS
			Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 135 h	
Inhalte					
Massepunktnäherung, Kräfte, Gravitation, Newton'sche Gesetze, Bewegungsgleichung, Impuls- und Energieerhaltung, Stoßgesetze, trockene Reibung, Reibung im Fluid, harmonischer Oszillator (ungedämpft und gedämpft), starre Körper, Drehmoment, Drehimpuls, Bewegungsgleichung der Rotation, Drehimpulserhaltung, Scheinkräfte bei Rotation, Keplersche Gesetze.					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Das Modul ist das erste einer Serie von drei Modulen bzw. Modulteilern der Experimentalphysik, die die klassische Physik behandeln. Während sich das erste der Beschreibung dynamischer Prozesse unter dem Einfluss von Kräften widmet, haben die beiden anderen (Elektrodynamik und Optik) die Eigenschaften elektromagnetischer Felder und Wellen einschließlich deren Wechselwirkung mit Teilchen und Körpern zum Gegenstand. Das erste Modul betrachtet dynamische Prozesse von zwei Gesichtspunkten aus. Zunächst behandelt es die Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper, bei der die zeitliche Entwicklung des einzelnen Objektes deterministisch beschrieben werden kann. Anschließend werden große Ensembles von Teilchen behandelt, die nur noch mittels statistischer Größen charakterisiert werden können.</p> <p>Da die Studierenden des ersten Semesters einen sehr heterogenen Bildungshintergrund haben, beginnt die Behandlung der Mechanik mit einer Wiederholung von Schulstoff und entwickelt daraus systematisch – veranschaulicht durch viele Demonstrationsexperimente – Grundbegriffe und elementare Zusammenhänge der Mechanik und der allgemeinen Physik. Die Studierenden sind anschließend in der Lage, konsequent mit vektoriellen Größen zu operieren und Bewegungsvorgänge der Translation und Rotation durch die Aufstellung von Bewegungsgleichungen und deren Lösung zu analysieren.</p> <p>Die Übungen ermöglichen die aktive Anwendung der Grundbegriffe und die Einübung der mathematischen Behandlung der Fallbeispiele. Darüber hinaus werden in den Übungen auch die "Soft Skills" des wissenschaftlichen Diskutierens und des Vortragens in einer kleinen Runde vermittelt. Die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse werden in den Folgesemestern in den Praktika und im Theoriemodul VTH2 vertieft.</p>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Roskos			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an den Übungen			
Studienleistungen		erfolgreiche Bearbeitung von in der Regel wöchentlichen Übungsaufgaben			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Prüfungsvorleistungen	Erbringen aller Leistungsnachweise									
Lehr- / Lernformen	Vorlesung, Übung									
Unterrichts- / Prüfungssprache	Deutsch									
Modulprüfung Modulabschlussprüfung, benotet 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	5	6
Experimentalphysik 1a: Mechanik (Experimental Physics 1a: Mechanics) (die Lehrveranstaltung erstreckt sich in der Form V5+Ü2 über zwei Drittel des Semesters)	V+Ü	3	6	Pf	X					
Summe		3	6							

VEX2	Experimentalphysik 2: Elektrodynamik (Experimental Physics 2: Electrodynamics)	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h		6 SWS
			Kontaktstudium 6 SWS / 90 h	Selbststudium 150 h	
Inhalte					
Veranschaulichung von Vektorfeldern anhand hydrodynamischer Beispiele, Elektrostatik, Potential und potentielle Energie, Satz von Gauß, Faraday-Käfig, van-de-Graaff-Generator, Feldelektronenmikroskop, Kondensator, Dielektrika, elektrischer Strom, Ohmsches Gesetz (mikroskopisch und makroskopisch), Kirchhoffsche Gesetze, Magnetostatik, magnetische Materialeigenschaften, Halleffekt, Amperesches Gesetz, Biot-Savart-Gesetz, Spule, Elektromotor, magnetische Induktion, Wirbelströme, Magnetismus, zeitlich veränderliche Felder, komplexer Widerstand, Rolle der Phase, Transformator, Schwingkreis, Maxwellsche Gleichungen, elektromagnetische Wellen, Dipolstrahlung, Wellenleiter und Resonatoren, Lorentztransformation der Felder.					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Das Modul behandelt die klassische Physik. Die Studierenden lernen Grundbegriffe und elementare Zusammenhänge der Physik veranschaulicht durch viele Demonstrationsexperimente kennen. Die Übungen ermöglichen die aktive Anwendung der Grundbegriffe und die Einübung der mathematischen Behandlung der Fallbeispiele. Darüberhinaus werden in den Übungen auch die "Soft Skills" des wissenschaftlichen Diskutierens und des Vortragens in einer kleinen Runde vermittelt.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Physik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Physik, BSc Biophysik, BSc Meteorologie			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Reifarth			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an den Übungen			
Studienleistungen		erfolgreiche Bearbeitung von in der Regel wöchentlichen Übungsaufgaben			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Leistungsnachweise			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oder Klausur (90 Min.)			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Experimentalphysik 2: Elektrodynamik (Experimental Physics 2: Electrodynamics)	V+Ü	4+2	8	Pf		X				
Summe		6	8							

VEX3A	Experimentalphysik 3a: Optik	Pflichtmodul	4 CP (insg.) = 120 h		3 SWS
	(Experimental Physics 3a: Optics)		Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 75 h	
Inhalte					
Wellenoptik, ebene Wellen, Polarisation, elektromagnetische Wellen in Materie, komplexer Brechungsindex, Übergang von einem Material in ein anderes, Fresnel-Gleichungen, Interferenz, geometrische Optik, Fermatsches Prinzip, optische Abbildung, optische Instrumente, Beugung, beugungsbegrenztes Auflösungsvermögen, Grundzüge der Abbeschen Abbildungstheorie, quantenoptischer Ansatz, optisches Pumpen und Laserübergänge.					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis des Ursprungs und grundlegender Eigenschaften elektromagnetischer Wellenphänomene und Verständnis der Wellenoptik als Teil der Elektrodynamik. • Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung der Wellenausbreitung und der Wechselwirkung von Wellen mit Materie auf der Basis der dielektrischen Funktion bzw. des frequenzabhängigen Brechungsindex. Interferenz und Beugung können in einfachen Geometrien beschrieben werden. • Verständnis der Analogien zwischen Optik und Quantenmechanik hinsichtlich der Wellenphänomene (beispielsweise zwischen dem Tunneleffekt der Quantenmechanik und der verbotenen Totalreflexion der Optik). • Fähigkeit zur Anwendung von Abbildungsgleichungen und zur Analyse optischer Instrumente einschließlich der Identifikation grundlegender Abbildungsfehler. • Verständnis der Beugungsbegrenzung der Abbildung. 					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1-2</i>					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)			BSc Physik / FB Physik		
Verwendbarkeit			BSc Physik, BSc Biophysik, BSc Meteorologie		
Häufigkeit des Angebots			jährlich		
Dauer			einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter			Roskos		
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise			regelmäßige Teilnahme an den Übungen		
Studienleistungen			erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben		
Prüfungsvorleistungen			Erbringen aller Leistungsnachweise		
Lehr- / Lernformen			Vorlesung, Übung		
Unterrichts- / Prüfungssprache			Deutsch		

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Modulprüfung											
Modulabschlussprüfung, benotet											
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	5	6
Experimentalphysik 3a: Optik (Experimental Physics 3a: Optics)		V+Ü	2+1	4	Pf			X			
Summe			3	4							

VEX3B	Experimentalphysik 3b: Atome und Quanten (Experimental Physics 3b: Atoms and Quanta)	Pflichtmodul	4 CP (insg.) = 120 h				3 SWS				
			Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 75 h							
Inhalte											
Größe und Nachweis von Atomen, das Photon, Photoeffekt, Comptoneffekt, Hohlraumstrahlung, Rutherfordstreuung, Teilchen als Wellen, Unschärferelation, Bohrsches Atommodell, Grundlagen der Quantenmechanik, Wellenfunktion, Schrödingergleichung, Potentialkasten, harmonischer Oszillator, Tunneleffekt, Quantenmechanik des Wasserstoffatoms, Spin, Feinstruktur, Lambshift, Hyperfeinstruktur, Zeemaneffekt, Paschen-Back-Effekt, Stern Gerlach Experiment, Pauliprinzip, das H ₂ ⁺ -Molekül											
Lernergebnisse/Kompetenzziele											
Im Modul lernen Studierende den Paradigmenwechsel von der klassischen zur modernen Physik kennen. Dabei werden Kernkompetenzen der abstrakten nichtdeterministischen Naturbeschreibung im Mikrokosmos vermittelt. Im Modul lernen Studierende viele im Alltag erworbene und im Handeln vielfach bewährte Konzepte in Frage zu stellen. Sie werden in die Lage versetzt, neue und intuitiv schwer zugängliche Konzepte anhand einer Reihe von Schlüsselexperimenten zu plausibilisieren.											
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls											
keine											
Empfohlene Vorkenntnisse											
Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1-2</i>											
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Physik / FB Physik									
Verwendbarkeit		BSc Physik, BSc Biophysik, BSc Meteorologie									
Häufigkeit des Angebots		jährlich									
Dauer		einsemestrig									
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Dörner									
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen											
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an den Übungen									
Studienleistungen		erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben									
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Leistungsnachweise									
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung									
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch									
Modulprüfung											
Modulabschlussprüfung, benotet											
bestehend aus:		mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oder Klausur (60 Min.)									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
						1	2	3	4	5	6
Experimentalphysik 3b: Atome und Quanten (Experimental Physics 3b: Atoms and Quanta)		V+Ü	2+1	4	Pf			X			
Summe			3	4							

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

PBPHEX	Anfängerpraktikum Physik für Biophysiker (Elementary Lab Class for Biophysicists)	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h				4 SWS				
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 180 h							
Inhalte											
Versuche zur Mechanik, Optik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre											
Lernergebnisse/Kompetenzziele											
Im diesem Modul erlernen die Studierenden Grundtechniken des Experimentierens. Die Experimente werden in Zweiergruppen durchgeführt. Dadurch wird Teamarbeit und die kritische Diskussion physikalischer und technischer Probleme eingeübt. Das Praktikum vermittelt auch die Fähigkeit zur kritischen Einschätzung der Verlässlichkeit experimenteller Daten, einer Kernkompetenz jedes Naturwissenschaftlers und jeder Naturwissenschaftlerin. Das Anfängerpraktikum Physik für Biophysiker besteht aus einer Auswahl der Lehrinhalte der Module PEX1 und PEX2 im Studiengang BSc Physik.											
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls											
keine											
Empfohlene Vorkenntnisse											
Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1</i> oder <i>Experimentalphysik 2</i>											
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik									
Verwendbarkeit		BSc Biophysik									
Häufigkeit des Angebots		jedes Semester									
Dauer		einsemestrig									
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Jacoby									
Studiennachweise											
Teilnahmenachweise		regelmäßige Teilnahme am Praktikum									
Leistungsnachweise		Abgabe von Praktikumsprotokollen									
Lehr- / Lernformen		Praktikum									
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch									
Modulprüfung											
keine											
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
						1	2	3	4	5	6
Anfängerpraktikum Physik für Biophysiker (Basic Lab Class for Biophysicists)		P	4	8	Pf			X			
Summe			4	8							

VTH1	Theoretische Physik 1: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik (Theoretical Physics 1: Mathematical Methods of Theoretical Physics)	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h		6.5 SWS
			Kontaktstudium 6.5 SWS / 98 h	Selbststudium 142 h	
Inhalte					
Vektorrechnung (Beispiel: Newtonsche Bewegungsgleichungen, Kreisbewegung, Drehimpuls), lineare Differentialgleichungen, komplexe Zahlen (Beispiel: harmonischer Oszillator), elementare Vektoranalysis und Kurvenintegrale (Beispiel: konservative Kräfte), krummlinige Koordinaten, Koordinatentransformationen (Beispiel: Galilei-Transformation, Scheinkräfte), Matrizen (Beispiel: Drehmatrizen, spezielle Relativitätstheorie), einfache Eigenwertprobleme.					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Das Modul legt die mathematischen Grundlagen für alle weiteren Vorlesungen der theoretischen Physik. Die Studierenden lernen die wichtigsten Techniken zur Lösung der physikalischen Grundgleichungen in praktischen Problemen aus der Mechanik. Außerdem werden die physikalischen Grundkonzepte für die Beschreibung der Natur eingeführt, wie Raum und Zeit, Naturgesetze als Differentialgleichungen und typische Abstraktionen der Physik wie Punktteilchen.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Physik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Physik, BSc Biophysik, BSc Meteorologie			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Wagner			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise Studienleistungen		regelmäßige Teilnahme an den Übungen erfolgreiche Bearbeitung von in der Regel wöchentlichen Übungsaufgaben			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Leistungsnachweise			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet bestehend aus:		mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oder Klausur (90 Min.)			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester						
					1	2	3	4	5	6	
Theoretische Physik 1: Mathematische Methoden der Theoretische Physik (Theoretical Physics 1: Mathematical Methods of Theoretical Physics)	V+Ü	4+2.5	8	Pf	X						
Summe		6.5	8								

VTH2	Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik (Theoretical Physics 2: Classical Mechanics)	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h				6.5 SWS				
			Kontaktstudium 6.5 SWS / 98 h	Selbststudium 142 h							
Inhalte											
Newtonsche Bewegungsgleichungen, Erhaltungssätze, Keplerproblem, Lagrangesche und Hamiltonsche Formulierung der Mechanik, Poisson-Klammern, starrer Körper, kräftefreier Kreisel, gekoppelte Oszillatoren, klassische Feldtheorie (schwingende Saite).											
Lernergebnisse/Kompetenzziele											
In diesem Modul wird die klassische Mechanik auf einem höheren Abstraktionsniveau behandelt. Die Studierenden lernen die Anwendung generalisierter Koordinaten sowie die Formulierung der Bewegungsgleichungen im Phasenraum oder als Variationsprobleme. Die Studierenden lernen die wissenschaftliche Diskussion komplexer theoretischer Zusammenhänge. In den Übungen wird das Lernen in der Gruppe und die Vermittlung eigenen Wissens erlernt.											
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls											
keine											
Empfohlene Vorkenntnisse											
Inhalt der Veranstaltung <i>Theoretische Physik 1</i>											
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Physik / FB Physik									
Verwendbarkeit		BSc Physik, BSc Biophysik, BSc Meteorologie									
Häufigkeit des Angebots		jährlich									
Dauer		einsemestrig									
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Greiner									
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen											
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an den Übungen									
Studienleistungen		erfolgreiche Bearbeitung von in der Regel wöchentlichen Übungsaufgaben									
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Leistungsnachweise									
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung									
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch									
Modulprüfung											
Modulabschlussprüfung, benotet											
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	5	6
Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik (Theoretical Physics 2: Classical Mechanics)		V+Ü	4+2.5	8	Pf		X				
Summe			6.5	8							

VTH3	Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik (Theoretical Physics 3: Classical Electrodynamics)	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h				6.5 SWS				
			Kontaktstudium 6.5 SWS / 98 h	Selbststudium 142 h							
Inhalte											
Elektrostatik, Magnetostatik, elektromagnetische Wellen, Maxwellsche Gleichungen und ihre Anwendung, Poynting-Satz und Maxwell-Tensor, Eichung, Elemente der theoretischen Optik, Hohlleiter, Antennen, Lagrange-Formulierung, spezielle Relativitätstheorie der elektromagnetischen Phänomene. Mathematische Methoden: orthogonale Funktionensysteme, spezielle Funktionen, partielle Differentialgleichungen, Greensfunktionen, Residuensatz.											
Lernergebnisse/Kompetenzziele											
In diesem Modul wird mit der klassischen Elektrodynamik eine erste Bekanntschaft mit Feldtheorien vermittelt. Die Studierenden lernen die Grundlagen der Lösungen partieller Differentialgleichungen, spezielle Funktionen und die relativistische Formulierung der Theorie inklusive der Konsequenzen des relativistischen Weltbildes in Bezug auf die Raumzeit und Kausalität.											
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls											
keine											
Empfohlene Vorkenntnisse											
Inhalt der Veranstaltungen <i>Theoretische Physik 1–2</i>											
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Physik / FB Physik									
Verwendbarkeit		BSc Physik, BSc Biophysik, BSc Meteorologie									
Häufigkeit des Angebots		jährlich									
Dauer		einsemestrig									
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Rischke									
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen											
Semesterbegleitende Nachweise Studienleistungen		regelmäßige Teilnahme an den Übungen erfolgreiche Bearbeitung von in der Regel wöchentlichen Übungsaufgaben									
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Leistungsnachweise									
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung									
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch									
Modulprüfung											
Modulabschlussprüfung, benotet 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	5	6
Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik (Theoretical Physics 3: Classical Electrodynamics)		V+Ü	4+2.5	8	Pf			X			
Summe			6.5	8							

1.2 Mathematik

VBPHMA	Mathematik für die Biophysik (Mathematics for Biophysics)	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h		8 SWS
			Kontaktstudium 8 SWS / 120 h	Selbststudium 120 h	
Inhalte					
Grundlagen (Mengen, Abbildungen, Summenformeln, vollständige Induktion), Reihen, Differential- und Integralrechnung bei Funktionen einer Veränderlichen, Komplexe Zahlen, Vektorräume (Unterräume, Basen, Prähilberträume, lineare Abbildungen), Lineare Algebra (Matrizen, Determinanten, lineare Gleichungen, Eigenwertproblem), Charakterisierung von Mengen im \mathbb{R}^n , Differentialrechnung im \mathbb{R}^n (partielle Ableitung, Taylorentwicklung, lokale Extrema), Integralrechnung im \mathbb{R}^n (Kurvenintegrale, Mehrfachintegration, Oberflächenintegrale, Integralsätze); falls Zeit bleibt: Funktionenräume (\mathcal{L}^p/L^p -Räume, Vollständigkeit von Orthonormalsystemen, Entwicklung nach orthogonalen Polynomen, Fourierentwicklung, Fouriertransformation)					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Die Studierenden sollen die mathematischen Grundlagen erwerben, die sie für das Verständnis anderer Module benötigen. Die für die Biophysik wichtigen mathematischen Methoden werden kennengelernt. In Übungen wird der Stoff selbstständig vertieft.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		zweisemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Engel			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an den Übungen			
Studienleistungen		erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (i.d.R. ein Übungsblatt pro Woche), bestandene Klausur als Studienleistung nach der Vorlesung "Mathematik für die Biophysik 1"			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen der Leistungsnachweise			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oder Klausur (90 Min.) nach der Vorlesung "Mathematik für die Biophysik 2"			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester						
					1	2	3	4	5	6	
Mathematik für die Biophysik 1 (Mathematics for Biophysics 1)	V+Ü	2+2	4	Pf	X						
Mathematik für die Biophysik 2 (Mathematics for Biophysics 2)	V+Ü	2+2	4	Pf		X					
Summe		8	8								

1.3 Biophysik

BPH1N	Biophysik 1: Einführung in die Biophysik (Biophysics 1: Introduction to Biophysics)	Pflichtmodul	3 CP (insg.) = 90 h				2 SWS				
			Kontaktstudium 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h							
Inhalte											
Strukturelle Grundlagen: die Zelle, Proteine, Membranen, Nukleinsäuren, Polysaccharide; Systeme: Photosynthese, Atmungskette, Proteinbiosynthese, Erregungsleitung, molekulare Motoren, Lichtrezeption; Methoden: Lichtmikroskopie, Elektronenmikroskopie, Röntgenstrukturanalyse, Polymerasekettenreaktion, Elektrophysiologie, Rasterkraftmikroskopie, UV/Vis-, IR-, NMR-, Fluoreszenzspektroskopie											
Lernergebnisse/Kompetenzziele											
Die Studierenden erhalten aufbauend auf dem vorhandenen Schulwissen einen Überblick über wichtige Untersuchungsobjekte, Fragestellungen und Methoden der Biophysik. Sie werden an eine biophysikalisch-analytische Arbeits- und Denkweise herangeführt und erhalten eine Basis, auf der die zukünftigen Lerninhalte in Physik, Chemie und Biologie in den biophysikalischen Kontext eingeordnet werden können. In die Vorlesung eingebettete Übungen geben Gelegenheit zum selbständigen Arbeiten und der Anwendung des Gelernten.											
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls											
keine											
Empfohlene Vorkenntnisse											
keine											
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik									
Verwendbarkeit		BSc Biophysik									
Häufigkeit des Angebots		jährlich									
Dauer		einsemestrig									
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Wille									
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen											
Semesterbegleitende Nachweise		keine									
Studienleistungen		keine									
Prüfungsvorleistungen		keine									
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung									
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch									
Modulprüfung											
Modulabschlussprüfung, benotet											
bestehend aus:		mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (90 min)									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
						1	2	3	4	5	6
Biophysik 1 (Biophysics 1: Introduction to Biophysics)		V+Ü	2	3	Pf	X					
Summe			2	3							

BPH2N	Biophysik 2: Modellbildung (Biophysics 2: Generation of Models)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h				4 SWS				
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h							
Inhalte											
Wechselwirkungen in Biomolekülen, biologische Relevanz von Wasser, der hydrophobe Effekt, Thermodynamik und Kinetik der Strukturbildung von Proteinen, funktionelle Proteindynamik und Proteinkinetik, statistische Mechanik, Membranbiophysik, molekulare Motoren											
Lernergebnisse/Kompetenzziele											
Die Studierenden können reduktionistische Konzepte zur Erstellung von biophysikalischen Modellen anwenden, die es erlauben, trotz der Komplexität biologischer Materie zu quantitativen Aussagen zu gelangen. Sie haben ein vertieftes Verständnis der physikalischen und physikochemischen Grundlagen chemischer und biologischer Prozesse und vernetzen und integrieren so das Wissen aus den drei Fachgebieten.											
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls											
keine											
Empfohlene Vorkenntnisse											
Inhalte des Moduls BPH1N											
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik									
Verwendbarkeit		BSc Biophysik									
Häufigkeit des Angebots		jährlich									
Dauer		einsemestrig									
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Bredenbeck									
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen											
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an den Übungen									
Studienleistungen		erfolgreiche Bearbeitung von in der Regel wöchentlichen Übungsaufgaben									
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Leistungsnachweise									
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung									
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch									
Modulprüfung											
Modulabschlussprüfung, benotet											
bestehend aus:		mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (90 min)									
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
						1	2	3	4	5	6
Biophysik 2 (Biophysics 2: Generation of Models)		V+Ü	3+1	6	Pf			X			
Summe			4	6							

BPH3N	Biophysik 3: Methoden (Biophysics 3: Methods)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	
Inhalte					
<p>In diesem Modul werden die Grundprinzipien gängiger biophysikalischer Techniken vermittelt. Dazu gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Signalverarbeitung • Licht- und Elektronenmikroskopie (inkl. Superresolution) • spektroskopische Techniken, wie Röntgen, UV/Vis, Infrarot • Rastersondenverfahren • Massenspektrometrie (einschließlich Proteomik, Lipidomik, usw.) • analytische Ultrazentrifugation <p>The module teaches the basic principles of popular biophysical techniques. These include: basic signal processing; light and electron microscopy (incl. superresolution); spectroscopic techniques, such as X-ray, UV/Vis, infrared; scanning probe techniques; mass spectrometry (incl. proteomics, lipidomics, etc.); analytical ultracentrifugation</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Die Studierenden erhalten ein umfassendes Verständnis der biophysikalischen Methoden, ihrer Grundprinzipien, Anwendungsbereiche und Grenzen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind sie in der Lage, den sinnvollsten Ansatz und die richtige Methodik für die Bewältigung spezifischer Herausforderungen zu wählen. Die begleitenden Übungen sollen ein besseres Verständnis des studierten Materials ermöglichen.</p> <p>The students will gain a comprehensive understanding of biophysical methods, their basic principles, areas of application and limitations. After successfully concluding the module, they will be able to select the most reasonable approach and the correct methodology for tackling specific challenges. The accompanying exercises should allow for a better comprehension of the studied material.</p>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Inhalt des Moduls VEX3; der Inhalt der Module BPH1N und BPH2N ist hilfreich					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik, BSc Physik, MSc Physik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Frangakis			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an den Übungen			
Studienleistungen		erfolgreiche Bearbeitung von in der Regel wöchentlichen Übungsaufgaben			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Leistungsnachweise			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Englisch (LV und Prüfung)			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Modulprüfung										
Modulabschlussprüfung, benotet										
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	5	6
Biophysik 3: Methoden (Biophysics 3: Methods)	V+Ü	3+1	6	Pf				X		
Summe		4	6							

BPH4N	Biophysik 4: Praktikum, Seminar (Biophysics 4: Lab Course, Seminar)	Pflichtmodul	11 CP (insg.) = 330 h		6 SWS
			Kontaktstudium 6 SWS / 90 h	Selbststudium 240 h	
Inhalte					
<p><i>Seminar Biophysik:</i> Das Seminar behandelt aktuelle Themen der Biophysik, die von den Studierenden aus der Fachliteratur (Zeitschriftenpublikationen, Monografien) erarbeitet und präsentiert werden. In der Lehrveranstaltung wird neben den fachlichen Aspekten auch das ethisch korrekte Verhalten in der Wissenschaft thematisiert (Quellenangaben, statistisch valider Umgang mit empirischen Daten, ethische Aspekte experimenteller Techniken wie Tierversuche oder gentechnische Verfahren).</p> <p><i>Biophysik-Praktikum:</i> Das Praktikum umfasst Versuche aus den Gebieten der molekularen, medizinischen und physiologischen Biophysik.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Im Praktikum lernen die Studierenden biophysikalische Experimente aus verschiedenen Themengebieten selbstständig zu planen, vorzubereiten, durchzuführen, zu protokollieren und kritisch auszuwerten.</p> <p>Im Seminar Biophysik üben die Studierenden die selbständige Aufarbeitung und korrekter Referenzierung aktueller Fachliteratur, das Ausarbeiten eines Seminarvortrags und die Präsentationskompetenz als <i>soft skill</i>.</p>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
Modul BPH3N für die Teilnahme am Biophysik-Praktikum					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Inhalte der Module BPH1N, BPH2N und BPH3N					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		zweisemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Wille			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme an Seminar und Praktikum			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Teilnahmenachweise			
Lehr- / Lernformen		Seminar, Praktikum			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
kumulative Modulprüfung, benotet					
bestehend aus:		benoteter Vortrag im Seminar (20 min), benotete Protokolle (8) im Praktikum			
Bildung der Modulnote:		nach CP gewichtetes, arithmetisches Mittel der Einzelnoten			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Seminar Biophysik (Seminar Biophysics)	S	2	3	Pf				X		
Biophysik-Praktikum (Lab Class Biophysics)	P	4	8	Pf					X	
Summe		6	11							

BPH5N	Biophysik 5: Rechnergestützte Biophysik (Biophysics 5: Computational Biophysics)	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h		6 SWS
			Kontaktstudium 6 SWS / 180 h	Selbststudium 60 h	
Inhalte					
<p><i>Statistik und Datenanalyse:</i> Wir führen in die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, der klassischen Statistik und der klassischen Fehleranalyse (Unsicherheitsquantifizierung, p-Werte, Konfidenzintervalle) ein, die als Ausgangspunkt für die Erkundung moderner Methoden der Statistik (Maximum Likelihood, Bayes, maschinelles Lernen) dienen.</p> <p>Wir verwenden diese Methoden, um Informationen aus verrauschten Daten durch lineare und nichtlineare Parameterschätzung (Fitting) und Modellvergleiche zu extrahieren. Wir zeigen, wie Daten, die dynamische Informationen enthalten, durch Zeitreihenanalyse (Korrelationsfunktionen, Blockmittelung) und Markov-Ketten-Monte-Carlo-Simulationen analysiert werden können. Wir stellen die wichtigsten Konzepte des maschinellen Lernens vor und diskutieren über überwachtes und nicht überwachtes Lernen, einschließlich modernster Clustering-Methoden und neuronaler Netze.</p> <p>Im Praktikum lernen die Studierenden, diese Werkzeuge durch die Anpassung von Funktionen und Skripten, die in einer modernen Programmiersprache geschrieben wurden, zu nutzen. Sie erforschen grundlegende Prinzipien der Wahrscheinlichkeitstheorie, der Statistik und des maschinellen Lernens. Sie lernen die diesen Werkzeugen zugrundeliegenden Prinzipien und deren Anwendung durch die Analyse von Daten in praktischen Beispielen aus verschiedenen Bereichen der Biophysik kennen.</p> <p>We introduce the basics of probability theory, classical statistics, and classical error analysis (uncertainty quantification, p-values, confidence intervals), which serve as starting points to explore modern methods of statistics (maximum likelihood, Bayes, machine learning). We use these methods to extract information from noisy data through linear and nonlinear parameter estimation (fitting) and model comparison. We show how to analyze data containing dynamical information by time series analysis (correlation functions, block averaging) and Markov chain Monte Carlo simulations. We introduce and discuss the main concepts of machine learning and discuss supervised and unsupervised learning, including state-of-the-art clustering methods and neural networks.</p> <p>In the practical course, students learn to use these tools by adapting functions and scripts written in a modern programming language. They explore fundamental principles of probability theory, statistics, and machine learning. They learn the principles underlying these tools and how to apply them by analyzing data in practical examples taken from diverse areas of biophysics.</p> <p><i>Theoretische und computergestützte Biophysik:</i> Wir stellen die wichtigsten rechnerischen und theoretischen Werkzeuge der molekularen Biophysik vor. Die wichtigste Methode sind Molekulardynamiksimulationen. Wir stellen die zugrundeliegenden Modelle für atomistische Wechselwirkungen vor und zeigen, wie diese zur Berechnung dynamischer Trajektorien biomolekularer Systeme verwendet werden. Um solche Systeme zu verstehen, zu analysieren und ihr Verhalten zu modellieren, lernen wir Konzepte der statistischen Mechanik, einschließlich Temperatur, Druck und freier Energie, sowie der stochastischen Dynamik und Kinetik, einschließlich Diffusion, Ordnungsparameter und Reaktionskoordinaten, kennen und anwenden. Um das Verhalten im großen Maßstab und über lange Zeiträume zu verstehen, wenden wir makroskopische physikalische Modelle der kondensierten Materie wie Kontinuumselektrostatik, Hydrodynamik und Elastizitätstheorie an.</p> <p>Im Praktikum erhalten die Studierenden eine Einführung in die in der molekularen Biophysik verwendeten theoretischen und rechnerischen Werkzeuge. Die Studenten werden praktische Erfahrungen mit etablierten und weit verbreiteten Molekulardynamik-Simulationssystemen, Kraftfeldern und Visualisierungsprogrammen sammeln. Um praktische Erfahrungen mit der Modellbildung zu sammeln, werden die Studierenden vereinfachte Modelle molekularer Systeme untersuchen und kurze Programme und Skripte anpassen, die in einer modernen Programmiersprache geschrieben wurden.</p> <p>We present the main computational and theoretical tools of molecular biophysics. The core method is molecular dynamics simulations. We introduce the underlying models for atomistic interactions and how these are used to calculate dynamic trajectories of biomolecular systems. To understand and analyze such systems and model their behavior, we learn and apply concepts of statistical mechanics, including temperature, pressure, and free energy; and of stochastic dynamics and kinetics, including diffusion, order parameters, and reaction coordinates. To understand large-scale and long-time behavior, we apply macroscopic physical models of condensed matter like continuum electrostatics, hydrodynamics and elasticity theory.</p> <p>In the practical course, students will get a primer on the theoretical and computational tools used in molecular biophysics. Students will gain hands-on experience with well-established and widely used molecular dynamics simulation engines, force fields, and visualization programs. To gain hands-on experience with model building, students will explore simplified models of molecular systems and adapt short programs and scripts written in a modern programming language.</p>					

Lernergebnisse/Kompetenzziele	
<p>Das übergreifende Ziel des Moduls ist es, die Studierenden mit wichtigen Aspekten des Einsatzes von Computern in der Biophysik vertraut zu machen, sowohl als Werkzeug für die allgemeine Datenanalyse und -verarbeitung als auch als eigenständiges Forschungsgebiet, nämlich im Rahmen der numerischen Modellierung biophysikalischer Systeme. Auf der Grundlage des einführenden Programmierkurses werden speziellere Werkzeuge und Arbeitsabläufe für Forschungszwecke vorgestellt und geübt:</p> <p>Im Kurs “Statistik und Datenanalyse” werden die Studierenden mit den statistischen Werkzeugen vertraut gemacht, die notwendig sind, um Informationen aus verrauschten Daten zuverlässig und mit quantifizierten Unsicherheiten zu extrahieren. Die Studierenden sind in der Lage, die häufigsten Fallstricke der statistischen Datenanalyse in ihrer eigenen Arbeit zu erkennen und die Qualität veröffentlichter Daten und statistischer Analysen kritisch zu beurteilen.</p> <p>Im Kurs “Theoretische und rechnergestützte Biophysik” sollen die Studierenden mit dem allgemeinen Werkzeugkasten vertraut gemacht werden, der in der rechnergestützten und theoretischen molekularen Biophysik verwendet wird. Sie sollen die verschiedenen Theorien und Methoden kennen und verstehen, und sie sollen erkennen, in welchen Fällen sie angewendet werden sollten. Die Studierenden sollen die notwendigen Fähigkeiten erwerben, um mit der Anwendung dieser Methoden zu beginnen, z. B. für das rationale Design von Medikamenten, und tiefer in diese Themen einzutauchen. Wichtig ist, dass die Studierenden in der Lage sind, veröffentlichte rechnerische und theoretische Ergebnisse nachzuvollziehen und zu verstehen.</p> <p>The overarching goal of the module is to familiarize students with important aspects of how computation is used in biophysics, both as a tool for general data analysis and processing, and as a dedicated field of research in its own right, namely in the context of numerical modelling of biophysical systems. On the basis of the introductory programming course, more specialized tools and workflows for research purposes will be presented and practiced:</p> <p>In the course “Statistics and data analysis”, the students will be familiarized with the statistical tools necessary to extract information from noisy data reliably and with quantified uncertainties. The students will be able to identify the common pitfalls of statistical data analysis in their own work, and to critically assess the quality of published data and statistical analysis.</p> <p>In the course “Theoretical and computational biophysics”, the goal is to familiarize students with the general toolbox used in computational and theoretical molecular biophysics. They should know and understand the different theories and methods and recognize in which cases they should be applied. The students should acquire the skillsets necessary to start using these methods, e. g. for rational drug design, and dive deeper into these topics. Importantly, the students should be able to follow and understand published computational and theoretical results.</p>	
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls	
keine	
Empfohlene Vorkenntnisse	
Inhalte der Module BPH1N–BPH4N, VBPHMA, VTH1, IPROG	
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)	BSc Biophysik / FB Physik
Verwendbarkeit	BSc Biophysik
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Dauer	zweisemestrig
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter	Hummer, Köfinger
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen	
Semesterbegleitende Nachweise	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Studienleistungen	keine
Prüfungsvorleistungen	Erbringen der Teilnahmenachweise
Lehr- / Lernformen	Vorlesung, Übung
Unterrichts- / Prüfungssprache	Englisch
Modulprüfung	
kumulative Modulprüfung, benotet bestehend aus:	je eine Klausur (120 Min.) für jede Lehrveranstaltung

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Bildung der Modulnote:	nach CP gewichtetes arithmetisches Mittel der Einzelnoten									
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
1					2	3	4	5	6	
Statistik und Datenanalyse (Statistics and Data Analysis)	V+Ü	2+1	4	Pf				X		
Theoretische und computergestützte Biophysik (Theoretical and computational biophysics)	V+Ü	2+1	4	Pf					X	
Summe		6	8							

IPROG	Einführung in die Programmierung (Introduction to Programming)	Pflichtmodul	3 CP (insg.) = 90 h		2 SWS
			Kontaktstudium 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h	
Inhalte					
<p>Installation der Programmiersprache (z. B. Python) und Erweiterungspaketen, Umgang mit Kommandozeile und interaktiver Shell, Datentypen und -operationen, wesentliche Sprachelemente, Funktionen, Klassen, Exceptions, Verwendung von Erweiterungsmodulen für wissenschaftliche Anwendungen, z. B. NumPy, SciPy, Matplotlib, BioPython</p> <p>Übungen zur selbstständigen Bearbeitung und Vertiefung des Stoffs mit anschließender Besprechung sind in die Vorlesung integriert.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Es werden grundlegende Programmierfertigkeiten in einer häufig verwendeten Programmiersprache (z. B. Python) vermittelt. Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fragestellungen der wissenschaftlichen Computerpraxis analysieren, ggf. in Teilprobleme zerlegen und geeignete Datenstrukturen für deren Lösung auswählen • für eine konkrete, einfache Fragestellung ein Programm in einer Programmiersprache schreiben, testen und dokumentieren • sich mit Literatur und Internet weiterführende Informationen zur Lösung von programmiertechnischen Fragestellungen verschaffen • für häufig verwendete Algorithmen z. B. der numerischen Analyse wichtige Eigenschaften und Limitationen benennen 					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Wille			
Studiennachweise					
Teilnahmenachweise		keine			
Leistungsnachweise		erfolgreiche Bearbeitung wöchentlicher Programmieraufgaben und eines Abschlusstests			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung und praktische Übungen			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
keine					

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Organisatorische Hinweise										
für die Veranstaltung wird die Nutzung eines eigenen Laptops empfohlen										
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Einführung in die Programmierung (Introduction to Programming)	V+Ü	1+1	3	Pf	X					
Summe		2	3							

1.4 Chemie

VBPHAC	Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie für Studierende der Naturwissenschaften und des Lehramts als Prüfungsleistung (Basic Principles of General and Inorganic Chemistry for Scientists)	Pflichtmodul	7 CP (insg.) = 210 h		5 SWS
			Kontaktstudium 5 SWS / 75 h	Selbststudium 135 h	
Inhalte					
Grundlagen in allgemeiner und anorganischer Chemie: Atombau, Periodensystem, Molekülstrukturen, kovalente Bindung, Ionenbindung, van der Waals-Bindung, Metalle, chemisches Gleichgewicht, Redoxgleichungen, stöchiometrisches Rechnen, Reaktionskinetik, Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe, Kristallstrukturen, Lösungen, Säuren und Basen, Elektrochemie, Chemie der Hauptgruppenelemente (ausführlich), Chemie der Nebengruppenelemente, Grundlagen der analytischen Chemie					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Die Studierenden können für eine gegebene Molekularformel die korrekte Lewisformel aufstellen. Sie kennen den Atombau, das Periodensystem und die wichtigsten Stoffe und Reaktionen. Sie kennen die Sprache der Chemie. Sie sind in der Lage, Reaktionsgleichungen aufzustellen und die Stöchiometrie zu errechnen. Die Beschäftigung mit grundlegenden Stoffen, Eigenschaften und Reaktionen anorganischer Verbindungen bringt ihnen die Logik der Chemie nahe.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Dr. C. Buchsbaum			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		Regelmäßige und aktive (Präsentation der Ergebnisse einer Übungsaufgabe) Teilnahme an Übungen. Zur Klausur wird nur zugelassen, wer an mindestens 66% der Übungen teilgenommen hat.			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen der Teilnahmenachweise			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			

Modulprüfung										
Modulabschlussprüfung, benotet										
bestehend aus:										
<p>Schriftliche Abschlussprüfung (Klausur, 120 Min.) Es gelten folgende Besonderheiten (nach RO §12): 1. Eine nicht bestandene Modulabschlussprüfung kann, neben den regulären zwei Wiederholungen, ein weiteres Mal wiederholt werden (RO §46 Abs. 3). Falls die jeweilige Studienordnung zusätzliche Wiederholung gemäß RO §46 Abs. 3 oder einen Freiversuch gemäß Abs. 12 vorsieht, so ist diese Wiederholung eine der dort angegebenen Wiederholungsmöglichkeiten bzw. der Freiversuch. Die Wiederholung muss jeweils bis zum Ende des nächstmöglichen Semesters, in dem die Prüfung angeboten wird, erfolgen; andernfalls gilt die Prüfung als nicht bestanden, es sei denn, die oder der Studierende hat das Versäumnis nicht zu vertreten. Eine zwischenzeitliche Exmatrikulation verlängert die Wiederholungsfrist nicht. 2. Eine bestandene Modulabschlussprüfung kann zum Zwecke der Notenverbesserung einmal wiederholt werden (RO §46 Abs. 13), wobei die bessere Leistung angerechnet wird (es gilt die Wiederholungsfrist unter 1. Abs. 2). Diese Regelung darf einmal im Modul "Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie für Studierende der Naturwissenschaften und des Lehramts als Prüfungsleistung" in Anspruch genommen werden.</p>										
Organisatorische Hinweise										
<p>Dieses Modul ist ein Importmodul. Die Klausur erfordert eine verbindliche online-Anmeldung bis spätestens 14 Tage vor dem Prüfungstermin. Diese kann bis zu zwei Werktagen vor dem Prüfungstermin ohne Angabe von Gründen zurückgezogen werden. Die Organisation der Übungen wird über OLAT abgewickelt.</p>										
Lehrveranstaltungen des Moduls					Semester					
	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	1	2	3	4	5	6
Allgemeine und Anorganische Chemie für Studierende der Naturwissenschaften und des Lehramts (Basic Principles of General and Inorganic Chemistry for Scientists)	V+Ü	4+1	7	Pf	X					
Summe		5	7							

VBPHOC	Grundlagen der Organischen Chemie (Principles of Organic Chemistry)	Pflichtmodul	7 CP (insg.) = 210 h		5 SWS
			Kontaktstudium 5 SWS / 75 h	Selbststudium 135 h	
Inhalte					
Beschreibung von Molekülstrukturen; Konstitution, Konfiguration und Konformation; Konstitutionsisomere; Stereoisomere; Fischer-Projektion; R/S- und D/L-Notation; absolute und relative Konfiguration; Anzahl von Stereoisomeren; optische Aktivität, Chiralität und Symmetrie; Prochiralität; Racemisierung; Enantiomeren-trennung; Topizität (homotope, enantiotope und diastereotope Gruppen); Konfigurationsanalyse am Beispiel der Kohlenhydrate; Konforma-tionsanalyse (Butan, Cyclohexan und anellierte Ringsysteme, Cyclopentan, Cy-cloalkene, Pyranosen und Furanosen); Baeyer-, Pitzer- und Newman-Spannung; Torsionswinkel (Klyne/Prelog-Notation); Konformation von Polymeren; Grenzen des klassischen Strukturmodells (anomerer Effekt, Benzolpro-blem, energetische Betrachtungen); Atom- und Molekülorbitale (Ein- und Mehrelektro-nensysteme, Korrelati-onsdiagramme); HMO-Modell; aromatische Verbindungen (Hückel-Regel); Einführung in organische Reaktionen (reversible und irreversible Reaktionen, Übergangszustand, Nucleophile / Elektrophile); Carbonylchemie (nucleo-phile Addition, Reaktivität von Carbonylverbindungen); metallorganische Verbindungen (Grignard- und Orga-nolithiumverbindungen); Wittig-Reaktion; Reaktionen von Enolen und Enolaten; 1,3-Dicarbonylverbindungen; α , β -ungesättigte Carbonylverbindungen; Aldolreaktion; Claisen-Esterkondensation; Michael-Addition; Diels-Alder-Reaktion					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Die Studierenden können für eine gegebene Molekularformel die korrekte Anzahl von Stereoisomeren bestim-men und zwischen chiralen und achiralen Verbindungen unterscheiden. Sie sind in der Lage, aus einer gegebenen Konfigurationsformel die energetisch günstigsten Konformere abzuleiten, und lernen, ein Strukturproblem mit einem geeigneten Modell zu analysieren. Die Beschäftigung mit grundlegenden Reaktionen organischer Mole-küle bringt ihnen die Logik der Reaktionsmechanismen nahe. Dabei lernen sie einige wichtige Reaktionstypen der Organischen Chemie kennen.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Kenntnisse der allg. und anorganischen Chemie, z.B. aus Modul VBPHAC					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)			BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie		
Verwendbarkeit			BSc Biophysik		
Häufigkeit des Angebots			jährlich		
Dauer			einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter			Gringer		
Studiennachweise					
Teilnahmenachweise			keine		
Leistungsnachweise			Abschlussklausur als Studienleistung, 180 min		
Lehr- / Lernformen			Vorlesung, Übung		
Unterrichts- / Prüfungssprache			Deutsch		
Modulprüfung					
keine					

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Organisatorische Hinweise										
<p>Dieses Modul ist ein Teilimportmodul (BSc Chemie). Die Bearbeitung der Übungsaufgaben sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Das Modul entspricht dem Modul [O.1] "Grundlagen der Organischen Chemie" des Bachelorstudiengangs Chemie mit Abschluss als Studienleistung statt Prüfungsleistung.</p>										
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
OC1 - Grundlagen der Organischen Chemie (Foundations of Organic Chemistry)	V+Ü	4+1	7	Pf				X		
Summe		5	7							

PBPHOC	Praktikum Organische Chemie für die Biophysik (Lab Class Organic Chemistry for Biophysics)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		9 SWS
			Kontaktstudium 9 SWS / 75 h	Selbststudium 52 h	
Inhalte					
<p><i>Praktikum Organische Chemie:</i> Praxis der wichtigsten organisch-chemischen Reaktionen</p> <p><i>Seminar zum organisch-chemischen Praktikum für Biophysiker:</i> Theorie der wichtigsten organisch-chemischen Reaktionen; Grundprinzipien der stereoselektiven Chemie; Grundprinzipien der Strukturaufklärung mit spektroskopischen Methoden</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Die Studierenden erwerben solide Kenntnisse der wichtigsten organisch-chemischen Reaktionen und ihrer Mechanismen. Sie lernen, die Reaktivität von Verbindungen aus der Struktur vorherzusagen, einfache Synthesen zu planen und den Reaktionsverlauf analytisch zu überprüfen. Im Praktikum, in dem sie organisch-chemische Präparate selbstständig herstellen, werden sie außerdem mit den handwerklichen Grundlagen des organisch-chemischen Experimentierens und dem sicheren Umgang mit Gefahrstoffen vertraut gemacht.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
bestandene Module VBPHAC (Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie für Studierende der Naturwissenschaften und des Lehramts) und i. d. R. VBPHOC (Grundlagen der Organischen Chemie), Besuch der Sicherheits- und Einführungskurse					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Inhalte der Module VBPHAC und VBPHOC					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Prof. Dr. Harald Schwalbe			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme			
Studienleistungen		Studienleistung zum Praktikum lt. Praktikumsregularien			
Prüfungsvorleistungen		Erbringen aller Studienleistungen			
Lehr- / Lernformen		Praktikum, Seminar			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		mündliche Prüfung (30–45 min)			
Organisatorische Hinweise					
Organisatorisches: Für das Praktikum ist eine Anmeldung erforderlich. Voraussetzung für die Teilnahme ist der Besuch der Sicherheits- und Einführungskurse. Die Praktikumsregularien ¹ werden vor Beginn des Praktikums bekannt gegeben.					

¹Die aktuelle Praktikumsordnung ist zu finden unter: http://schwalbe.org.chemie.uni-frankfurt.de/teaching/oc1_praktikum
Für Studierende der Biophysik geltende Abweichungen hiervon werden verbindlich vor dem Praktikum bekannt gegeben.

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Praktikum Organische Chemie (Lab Class Organic Chemistry for Biophysics)	P	8	4	Pf				X		
Seminar zum organisch-chemischen Praktikum für Biophysiker (Lab Class Organic Chemistry for Biophysicists)	S	1	2	Pf				X		
Summe		9	6							

VBPHPC	Thermodynamik (Thermodynamics)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	
Inhalte					
Ideales und reales Gas; kinetische Gastheorie; Hauptsätze der Thermodynamik; Zustandfunktionen; Phasengleichgewichte; chemische und elektrochemische Gleichgewichte Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes findet eine Übung statt. Darin werden vorgegebene Übungsaufgaben besprochen.					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Die Studierenden lernen die wesentlichen Grundlagen der Thermodynamik und der Elektrochemie kennen. Durch selbstständiges Erarbeiten an ausgewählten Beispielen wird der Stoff vertieft. Die Diskussion in den Übungsgruppen führt zu einem tiefer gehenden Verständnis für die zugrundeliegenden Konzepte. Qualifikationsziel ist es, dass die Studierenden diese Konzepte auch auf unbekannte Probleme anwenden können.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
Modul VBPHMA (1. Teil)					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)			BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie		
Verwendbarkeit			BSc Biophysik		
Häufigkeit des Angebots			jährlich		
Dauer			einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter			Wachtveitl		
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise			keine		
Studienleistungen			keine		
Prüfungsvorleistungen			keine		
Lehr- / Lernformen			Vorlesung, Übung		
Unterrichts- / Prüfungssprache			Deutsch		
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:			Klausur (120 Min.)		
Organisatorische Hinweise					
Dieses Modul ist ein Importmodul, es entspricht dem Modul [P.1] "Thermodynamik" aus dem Bachelorstudiengang Chemie. Die Bearbeitung der Übungsaufgaben sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Das Modul entspricht dem Modul [P.1] "Thermodynamik" des Bachelorstudiengangs Chemie.					

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Physikalische Chemie 1 - Thermodynamik (Physical Chemistry 1 - Thermodynamics)	V+Ü	3+1	6	Pf		X				
Summe		4	6							

PBPHPC	Praktikum Physikalische Chemie für Biophysik (Lab Class Physical Chemistry for Biophysicists)	Pflichtmodul	4 CP (insg.) = 120 h				6 SWS				
			Kontaktstudium 6 SWS / 90 h	Selbststudium 30 h							
Inhalte											
Praktikumsversuche aus den Gebieten der Thermodynamik, Elektrochemie, Kinetik und Spektroskopie											
Lernergebnisse/Kompetenzziele											
Im Praktikum sollen die in den Vorlesungen vermittelten Grundlagen durch eigene Versuche zur Thermodynamik und Elektrochemie, zur Kinetik und Spektroskopie vertieft werden. Die Biophysik-Studierenden führen eine Auswahl von Versuchen der Praktika PC 1 und 2 des BSc-Studiengangs Chemie (ohne Seminar) durch.											
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls											
Module VBPHAC, VBPHPC											
Empfohlene Vorkenntnisse											
Vorlesung Physikalische Chemie 1, Kenntnisse in Quantenmechanik sind wünschenswert											
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie									
Verwendbarkeit		BSc Biophysik									
Häufigkeit des Angebots		jährlich									
Dauer		einsemestrig									
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Wachtveitl									
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen											
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige Teilnahme am Praktikum									
Studienleistungen		Studienleistung lt. Praktikumsordnung (Protokolle und Zwischenkolloquien)									
Prüfungsvorleistungen		Vorliegen aller Studienleistungen									
Lehr- / Lernformen		Praktikum									
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch									
Modulprüfung											
Modulabschlussprüfung, benotet											
bestehend aus:		Portfolio der Protokolle (Anzahl der Protokolle ist abhängig von der Anzahl der Versuche)									
Organisatorische Hinweise											
Für das Praktikum ist eine Anmeldung erforderlich. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben. ²											
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
						1	2	3	4	5	6
Praktikum Physikalische Chemie für Biophysik (Lab Class Physical Chemistry for Biophysicists)		P	6	4	Pf					X	
Summe			6	4							

²Die aktuelle Praktikumsordnung ist zu finden unter <http://www.ptc.uni-frankfurt.de/pc-praktikum>

VBPHTC1	Grundlagen der Theoretischen Chemie (Introduction to Theoretical Chemistry)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Quantentheorie: Wellenfunktion, Operatoren, zeitunabhängige und zeitabhängige Schrödinger-Gleichung, Eigenwerte, Erwartungswerte, Superpositionsprinzip • einfache Eigenwertprobleme: Teilchen im Kasten, harmonischer Oszillator, starrer Rotator, Wasserstoffatom • Grundlagen der chemischen Bindung: Born-Oppenheimer-Näherung, elektronische Schrödinger-Gleichung, Potentialflächen • einfache Behandlung von Molekülen mittels des LCAO-MO-Verfahrens (Linear Combination of Atomic Orbitals / Molecular Orbitals): H_2^+-Molekül-Ion, H_2-Molekül, π-Elektronensysteme (Hückel-Verfahren) • Mehrelektronensysteme: Pauliprinzip und Slater-Determinanten • elektrische Dipolübergänge: Störungstheorie, Übergangsmomente und -intensitäten 					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Die Studierenden erlernen anhand einfacher Beispiele die Grundlagen der quantenmechanischen Beschreibung von Atomen und Molekülen. Durch selbstständiges Erarbeiten von Übungsaufgaben und deren Diskussion in Übungsgruppen wird der Stoff vertieft.</p> <p>Qualifikationsziel ist es, dass die Studierenden sowohl die formal-mathematische Vorgehensweise als auch die Konzepte der Quantenmechanik erlernen und diese auf chemisch relevante Probleme anwenden können.</p>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
Modul VBPHMA					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Burghardt			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		keine			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		keine			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			

Modulprüfung						
Modulabschlussprüfung, benotet						
bestehend aus:				Klausur (180 Min.)		
Organisatorische Hinweise						
Das Modul ist ein Importmodul; es entspricht dem Modul [P.3] "Grundlagen der Theoretischen Chemie" des Bachelorstudiengangs Chemie. Die Bearbeitung der Übungsaufgaben sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungsaufgaben wird dringend empfohlen.						
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester
						1 2 3 4 5 6
Theoretische Chemie 1 (Introduction to Theoretical Chemistry)		V+Ü	3+1	6	Pf	
Summe			4	6		

VBPHTC2	Moderne Methoden der Theoretischen Chemie (Modern Methods in Theoretical Chemistry)	Pflichtmodul	5 CP (insg.) = 150 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	
Inhalte					
<p>Hartree-Fock (HF)-Theorie: Self-Consistent-Field (SCF)-Verfahren, Restricted vs. Unrestricted HF-Theorie; Behandlung der Elektronenkorrelation: Konfigurationswechselwirkung, Moller-Plesset-Störungstheorie; Dichtefunktionaltheorie (DFT): Hohenberg-Kohn-Theoreme, Dichtefunktionale, Kohn-Sham-Ansatz; Überblick über quantenchemische Rechenverfahren: Basissätze, semiempirische Verfahren, DFT, ab-initio-Verfahren; Kerndynamik auf Born-Oppenheimer-Potentialflächen: Quantendynamik vs. klassische Dynamik; gemischt quantenklassische Verfahren (Surface-Hopping); Grundlagen der Molekulardynamik (MD): Kraftfelder, Integration der klassischen Bewegungsgleichungen, Ensembles (NVT, NPT); Grundlagen der Quantendynamik: Wellenpaketpropagation, Gaussche Wellenpakete, Gitterverfahren; angeregte elektronische Zustände und Zusammenbruch der Born-Oppenheimer-Näherung: nichtadiabatische Effekte, Implikationen für die Photochemie und Ultrakurzzeitspektroskopie</p> <p>Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes findet eine Theorieübung und ein Computerpraktikum statt. In der Theorieübung werden einschlägige Übungsaufgaben besprochen, während im Computerpraktikum quantenchemische und MD-Rechnungen durchgeführt werden.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Die Studierenden lernen die aktuellen Methoden der Theoretischen Chemie kennen, sowohl im Bereich der elektronischen Strukturberechnung (z.B. Post-Hartree-Fock-Methoden, Dichtefunktionalmethoden) als auch im Bereich der Kerndynamik (klassische Molekulardynamik (MD), Wellenpaketdynamik). Sie lernen zu beurteilen, welche Methode am besten an eine gegebene Fragestellung angepasst ist und wo die Grenzen der jeweiligen Verfahren liegen. Die Behandlung elektronisch angeregter Zustände schafft eine Verbindung zur modernen Photochemie und Ultrakurzzeitspektroskopie. Neben den theoretischen Grundlagen werden die Studierenden an den konkreten Einsatz der verschiedenen Methoden herangeführt.</p>					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
Modul VBPHTC1					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Grundlegende Kenntnisse der Mathematik und der Theoretischen Chemie					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		MSc Chemie / FB Biochemie, Chemie, Pharmazie			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Burghardt			
Studiennachweise					
Teilnahmenachweise		keine			
Leistungsnachweise		Abschlussklausur (120 Min.)			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung, Praktikum			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
keine					

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Organisatorische Hinweise											
<p>Das Modul ist ein Teilimportmodul; es entspricht dem Modul [K3.2] "Moderne Methoden der Theoretischen Chemie" des Masterstudiengangs Chemie mit Abschluss als Studienleistung statt Prüfungsleistung. Die Bearbeitung der Übungsaufgaben sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen.</p>											
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester						
					1	2	3	4	5	6	
Theoretische Chemie 2 (Modern Methods in Theoretical Chemistry)	VÜP	3+1	5	Pf							X
Summe		4	5								

1.5 Biologie

PSFBPH	Proteinstruktur und -funktion für Studierende der Biophysik (Protein structure and function for biophysics students)	Pflichtmodul	4 CP (insg.) = 120 h		3 SWS
			Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 75 h	
Inhalte					
Vorlesung: Struktur und Faltung von Proteinen; Funktionen von Proteinen; ausgewählte Enzymmechanismen; Enzymkinetik; molekulare Erkennung; Allosterie/Kooperativität; Proteindynamik; Methoden der Strukturaufklärung; Proteindatenbanken; Computational Tools Übung: Unterstützt die Studierenden beim Lernen und bei der Anwendung ihres Wissens aus der Vorlesung auf biophysikalische Fragestellungen					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes und anwendungsfähiges Wissen zum Aufbau und den Funktionen von Proteinen sowie wichtigen Methoden zu deren Untersuchung. Sie können entsprechende Fragestellungen ggf. nach eigenständiger Recherche beantworten. Grundlagen der mathematischen/physikalischen Beschreibung von Proteinen (z. B. Faltung, Enzymkinetik) und der Umgang mit Datenbanken und rechnergestützten Werkzeugen sind ihnen vertraut und anwendbar.					
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. einzelne Veranstaltungen des Moduls					
keine					
Empfohlene Vorkenntnisse					
keine					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)		BSc Biophysik / FB Physik			
Verwendbarkeit		BSc Biophysik			
Häufigkeit des Angebots		jährlich			
Dauer		einsemestrig			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Wille			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		regelmäßige und aktive Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben			
Studienleistungen					
Prüfungsvorleistungen		keine			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung, Übung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Deutsch			
Modulprüfung					
Modulabschlussprüfung, benotet					
bestehend aus:		Klausur (90 min.)			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Proteinstruktur und -funktion für Studierende der Biophysik (Protein structure and function for biophysics students)	V+Ü	2+1	4	Pf		X				
Summe		3	4							

BSCBIOW8	Molekularbiologie und Genetik (Molecular Biology and Genetics)	Pflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h		4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	
Inhalte					
<p>Das Modul gibt eine Übersicht über die verschiedenen Bereiche der Molekularbiologie und der klassischen und molekularen Genetik. Dazu zählen die Expression des genetischen Materials (Transkription, Translation), Protein-“targeting”, Replikation, Mutationsentstehung und -reparatur, Genomaufbau und Vererbungsmechanismen, mobile genetische Elemente, genetische Determination von Krankheiten, Populationsgenetik u.a.. Die zur Analyse oder für die Konstruktion gentechnisch veränderter Organismen verwendeten Methoden werden besprochen und ihre Aussagekraft wird diskutiert (Kreuzungsanalyse, Hybridisierungsverfahren, Genomsequenzierung, genetischer Fingerabdruck, Knock-out-Tiere usw.). Außerdem werden das Gentechnikgesetz/Patentrecht und ethische und gesellschaftliche Aspekte der modernen Molekularbiologie thematisiert.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
<p>Die Studierenden erlangen</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine Übersicht über die verschiedenen Teilgebiete der Molekularbiologie und Genetik, • die Fähigkeit, die Auswirkung der Molekularbiologie und der Genetik auf den Alltag fachlich kompetent beurteilen zu können (Genetischer Fingerabdruck, Aussagekraft von Genomsequenzen, gentechnisch veränderte Organismen, Klonen von Tieren, Pflanzenzucht) und ihre Chancen und Risiken einzuschätzen. 					
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 (Genetik: 1. Semesterhälfte des SS, Molekularbiologie: 2. Semesterhälfte des SS)			
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter		Lecaudey, Soppa			
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise		keine			
Studienleistungen		keine			
Prüfungsvorleistungen		keine			
Lehr- / Lernformen		Vorlesung			
Unterrichts- / Prüfungssprache		Unterrichtssprache überwiegend Deutsch, Teile des Moduls können auch auf Englisch angeboten werden; Prüfungssprache: Deutsch			
Modulprüfung					
kumulative Modulprüfung, benotet					
bestehend aus:		Zwei jeweils 60-minütige Klausuren. Beide Klausuren müssen bestanden werden.			

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Bildung der Modulnote:		Mittelwert der beiden Klausuren									
Organisatorische Hinweise											
Das Modul entspricht dem Modul BSc-Biow-8 "Molekularbiologie und Genetik" des Bachelorstudiengangs Biowissenschaften.											
Lehrveranstaltungen des Moduls		LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
						1	2	3	4	5	6
Molekularbiologie und Genetik (Molecular Biology and Genetics)		V	4	6	Pf				X		
Summe			4	6							

1.6 Bachelorarbeit

BABPH	Abschlussmodul (Bachelor's project module)	Pflichtmodul	15 CP (insg.) = 450 h		2 SWS
			Kontaktstudium 2 SWS / 30 h	Selbststudium 420 h	
Inhalte					
<p><i>Projektplanung:</i> Während der Projektplanung machen sich die Studierenden mit den Methoden (Messmethoden, Computerwerkzeugen etc.) der Arbeitsgruppe vertraut. Sie betreiben die notwendige Literaturrecherche und Erarbeiten eine Projektskizze zur Bachelorarbeit in enger Absprache mit deren Betreuer bzw. Betreuerin.</p> <p><i>Bachelorarbeit:</i> Die Bachelorarbeit beinhaltet die wissenschaftliche Arbeit zu einem mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin vereinbarten aktuellen Problem der Forschung auf der Basis der erarbeiteten Projektskizze und 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, Teilnahme am Seminar der Arbeitsgruppe, in der die Arbeit angefertigt wird, Präsentation der wissenschaftlichen Arbeit in diesem Arbeitsgruppenseminar.</p>					
Lernergebnisse/Kompetenzziele					
Das Modul dient einer wissenschaftlichen Arbeit unter Anleitung. Erlernt wird das Anwenden des vermittelten Wissens auf einen neuen Zusammenhang. In der Projektplanung wird die Strukturierung eines Problems geübt. Die Bachelorarbeit dient der Heranführung an das wissenschaftliche Arbeiten. Studierende sollen befähigt werden, eine definierte wissenschaftliche, aktuelle Aufgabenstellung aus einem biophysikalischen Fachgebiet 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					
120 CP aus dem Studiengang Bachelor Biophysik laut § 38 Abs. 4 StO					
Empfohlene Vorkenntnisse					
Inhalte aus Vorlesungen, Übungen, Praktika und Seminaren (Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen) je nach Thema der Bachelorarbeit					
Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)			BSc Biophysik / FB Physik		
Verwendbarkeit			BSc Biophysik		
Häufigkeit des Angebots			permanent		
Dauer			1/2 Semester		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter			Bredenbeck		
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen					
Semesterbegleitende Nachweise			regelmäßige Teilnahme		
Studienleistungen			Erarbeitung eines Projekts: erfolgreiche Vorstellung des erarbeiteten Projekts im Gespräch mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin; Bachelorarbeit: Vorstellung der Arbeit in einer Präsentation (30–60 min)		
Prüfungsvorleistungen			Erbringen der Studienleistungen		

1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Lehr- / Lernformen	Projektplanung: Praktikum, Bachelorarbeit: angeleitete wissenschaftliche Projektarbeit									
Unterrichts- / Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch je nach gewählter Arbeitsgruppe									
Modulprüfung										
Modulabschlussprüfung, benotet										
bestehend aus:	Schriftliche Bachelorarbeit (9 Wochen, i.d.R. ca. 50 Seiten, überschreitet i.d.R. nicht 60 Seiten)									
Organisatorische Hinweise										
Die Bachelorarbeit kann an allen drei Fachbereichen (FB13 Physik, FB14 Biochemie/Chemie/Pharmazie, FB15 Biowissenschaften) durchgeführt werden. Dieses Modul ist auch zur Durchführung in einer externen Forschungseinrichtung oder im Ausland geeignet.										
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Projektplanung (Project Planning)	P	2	3	Pf					X	X
Bachelorarbeit (Bachelor's Project)			12	Pf						X
Summe		2	15							

2 Wahlpflichtmodule des Bachelorstudiengangs

Die Wahlpflichtmodule des Bachelorstudiengangs sind in zwei Bereiche gegliedert: den allgemeinen Wahlpflichtbereich und den Wahlpflichtbereich Biologie. In den entsprechenden Abschnitten sind die Beschreibungen der Module aufgeführt, die speziell für den Bachelorstudiengang Biophysik erstellt wurden.

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

2.1 Allgemeiner Wahlpflichtbereich

VKBPHB	Spezielle Themen der Biophysik für BSc-Studierende (Special Topics in Biophysics for BSc Students)	Wahlpflichtmodul	6–10 CP (insg.) = 180–300 h		4–7 SWS
			Kontaktstudium 4–7 SWS / 60–120 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 transienter 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>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>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>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>					

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.

Halbleiter- und Bauelementephysik: 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).

Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung: In der Blockveranstaltung werden nach jeweils 2-stündiger Einführungsvorlesung praktische Aspekte der biologischen Elektronenmikroskopie und Bildverarbeitung direkt an den Forschungsgeräten in Kleingruppen bearbeitet. (*Organisatorische Hinweise: Praktikum als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit. Sprache Englisch oder Deutsch*)

Die Studierenden müssen mindestens zwei und können maximal drei Lehrveranstaltungen absolvieren. Dabei kann frei aus den verfügbaren Lehrveranstaltungen ausgewählt werden.

Lernergebnisse/Kompetenzziele

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:

- 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:

(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden: keine

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

Strahlen- und Umweltbiophysik: Grundlagen des Atommodells und des Aufbaus der Atomkerne, beispielsweise aus der Vorlesung Experimentalvorlesung 3 (Atome und Quanten)

Elektrophysiologie: Inhalte der Vorlesungen Biophysik I oder Biophysik Nebenfach

Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung: 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

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

Halbleiter- und Bauelementephysik: Inhalt der Veranstaltungen *Experimentalphysik 1–3* sowie *Experimentalphysik 4b, Theoretische Physik 1–5, Anfängerpraktikum 1–2*

Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung: Grundlagen der Optik (z.B. Lichtmikroskopie), Mathematische Grundlagen (z.B. Fourier-Transformation)

Zuordnung (Studiengang/Fachbereich)	BSc Physik / FB Physik
Verwendbarkeit	BSc Physik
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Dauer	einsemestrig
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter	Bredenbeck
Studiennachweise / Prüfungsvorleistungen	
Semesterbegleitende Nachweise	abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen: <i>(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:</i> keine <i>Biochemische Methoden in der Biophysik:</i> keine <i>Strahlen- und Umweltbiophysik:</i> regelmäßige Teilnahme an den Übungen <i>Elektrophysiologie:</i> keine <i>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung:</i> keine <i>Laser- und Optoelektronik:</i> keine <i>Halbleiter- und Bauelementephysik:</i> regelmäßige Teilnahme an den Übungen <i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</i> regelmäßige Teilnahme am Praktikum
Studienleistungen	abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen: <i>(Bio-)molekulare Dynamik – Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:</i> Fachgespräch (ca. 30 Min.) oder Test <i>Biochemische Methoden in der Biophysik:</i> erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben u. Fachgespräch (ca. 30 min) oder Test <i>Strahlen- und Umweltbiophysik:</i> erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben u. Fachgespräch (ca. 30 min) oder Test <i>Elektrophysiologie:</i> Fachgespräch (30 min) oder Test <i>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung:</i> Fachgespräch (30 min) oder Test <i>Laser- und Optoelektronik:</i> Präsentation oder schriftlich zu beantwortende Quizfragen (Übungsaufgaben) oder Fachgespräch (ca. 30 Min.)

2 WAHLPFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Prüfungsvorleistungen	<p><i>Halbleiter- und Bauelementephysik</i>: erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben</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>									
Lehr- / Lernformen	Vorlesungen, Übung, Praktikum									
Unterrichts- / Prüfungssprache	i. d. R. Deutsch									
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	5	6
(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		X
Biochemische Methoden in der Biophysik (Biochemical Methods in Biophysics)	V	2	3	WP		X		X		X
Strahlen- und Umweltbiophysik (Radiation and Environmental Biophysics)	V+Ü	1.5+0.5	3	WP		X		X		X
Elektrophysiologie (Electrophysiology)	V	2	3	WP			X		X	
Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung (Biophysical Foundations of Biological Energy Conversion)	V	2	3	WP		X		X		X
Laser- und Optoelektronik (Laser and Optoelectronics)	V	2	3	WP					X	
Halbleiter- und Bauelementephysik (Physics of Semiconductors and Electronic Devices)	V+Ü	2+1	4	WP						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		4–7	6–10							

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 strukturb 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	<i>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> : regelmäßige Teilnahme an den Übungen <i>Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</i> : regelmäßige Teilnahme am Praktikum									
Studienleistungen	<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>									
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	Diese Veranstaltungen finden auf Englisch statt. Wenn sie nur von deutschsprachigen Studierenden besucht werden, können sie auch auf Deutsch gehalten werden. Das Praktikum Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt und wird jedes Semester angeboten.									
Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
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 BACHELORSTUDIENGANGS

BPHSG	Studium Generale - Optionalmodul (General studies - optional module)	Wahlpflicht- modul	bis 3 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			
Unterrichts- / Prüfungssprache		gemäß der Beschreibung der gewählten Module			

2 WAHLPFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Modulprüfung													
Modulabschlussprüfung, unbenotet													
bestehend aus:				Prüfungsform/-dauer gemäß der Beschreibung der gewählten Module									
Organisatorische Hinweise													
<p>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.</p>													
Lehrveranstaltungen des Moduls				LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
								1	2	3	4	5	6
Studium Generale (General Studies)				alle		bis 3		X	X	X	X	X	X
Summe						bis 3							

2.2 Wahlpflichtbereich Biologie

BPHBIO1	Struktur und Funktion der Organismen (Structure and Function of Organisms)	Wahlpflichtmodul	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 BACHELORSTUDIENGANGS

Lehrveranstaltungen des Moduls	LV-Form	SWS	CP	Pf/WP	Semester					
					1	2	3	4	5	6
Struktur und Funktion der Organismen (Structure and Function of Organisms)	V	4	6	Pf	X		X		X	
Summe		4	6							

2.3 Importmodule

In diesem Bereich sind Wahlpflichtmodule tabellarisch aufgeführt, die unverändert aus anderen Studiengängen importiert werden. Die Modulhandbücher der Herkunftsstudiengänge enthalten die aktuellen und verbindlichen Beschreibungen dieser Module. Die Tabelle vermerkt zusätzlich, in welchen Wahlpflichtbereich (**Allgemein** oder **Biologie**) ein Modul eingebracht werden kann.

Importmodule				
Modultitel	Herkunft	Kürzel	A	B
Analogelektronik	BSc Physik	ELEK-A	X	
Astrobiologie	BSc Physik	VASTBIO	X	
Chemische Biologie I	BSc Chemie	O.4	X	
Complex Adaptive Dynamical Systems	BSc Physik	VCADS	X	
Computational Physics and Simulations in MATLAB	BSc Physik	VCPSM	X	
Digitalelektronik	BSc Physik	ELEK-D	X	
Einführung in die Programmierung für Physiker	BSc Physik	VPROG	X	
Experimentalphysik 4b: Festkörper	BSc Physik	VEX4B	X	
Grundlagen der Bioinformatik	BSc Bioinfo	GruBI-V	X	
Grundlagen der Kristallzüchtung	BSc Physik	VKRISZ	X	
Introduction to Quantum Many-Particle Theory	BSc Physik	VIQMPT	X	
Laserchemie	MSc Chemie	K2.4	X	
Molecular Computational Chemistry: Hauptgruppensysteme	BSc Chemie	W.10	X	
Molekulare Spektroskopie	BSc Chemie	P.5	X	
Numerische Methoden der Physik	BSc Physik	VNUMP	X	
Photonik und Spektroskopie für BSc-Studierende	BSc Physik	VKPHSB	X	
Photonik und Spektroskopie für BSc-Studierende	BSc Physik	VKPHSB	X	
Quantum Molecular Dynamics	BSc Physik	VQMD	X	
Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie	BSc Chemie	O.2	X	
Spezielle Themen der angewandten und technischen Physik für BSc-Studierende	BSc Physik	VKTECB	X	
Spezielle Themen der Atomphysik für BSc-Studierende	BSc Physik	VKATOB	X	
Statistische Thermodynamik und Kinetik	BSc Chemie	P.4	X	
Strukturelle Bioinformatik	MSc Biochemie	1.6	X	
Theoretical Neuroscience	BSc Physik	VTHNEU	X	
Theoretische Physik 4: Quantenmechanik	BSc Physik	VTH4	X	
Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik	BSc Physik	VTH5	X	
Anatomie und Physiologie	BSc Chemie	W.1		X
Modultitel	Herkunft	Kürzel	A	B

2 WAHLPFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS

Importmodule (Fortsetzung)				
Modultitel	Herkunft	Kürzel	A	B
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
Membranbiologie	MSc Biochemie	2.2		X
Molekularbiologie	BSc Biochemie	1.6		X
Molekulare Biowissenschaften	MSc Biochemie	2.25		X
Neurobiologie, Zell- und Entwicklungsbiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-10		X
Ökologie und Evolutionsbiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-9		X
Ökotoxikologie (VS)	MSc Eco	Öko-1-VS		X
Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie	BSc Biowiss	BSC-BIOW-11		X
Modultitel	Herkunft	Kürzel	A	B

Index 1: Modulkürzel

BABPH, 46
BPH1N, 18
BPH2N, 19
BPH3N, 20
BPH4N, 22
BPH5N, 24
BPHBIO1, 56
BPHSG, 54
BSCBIOW8, 44

ELMIK, 52

I PROG, 27

PBPHEX, 11
PBPHOC, 33
PBPHPC, 37

PSFBPH, 42

VBPHAC, 29
VBPHMA, 16
VBPHOC, 31
VBPHPC, 35
VBPHTC1, 38
VBPHTC2, 40
VEX1A, 4
VEX2, 6
VEX3A, 8
VEX3B, 10
VKBPHB, 48
VTH1, 12
VTH2, 14
VTH3, 15

Index 2: Modultitel

- Abschlussmodul, 46
Anfängerpraktikum Physik für Biophysiker, 11
- Biophysik 1: Einführung in die Biophysik, 18
Biophysik 2: Modellbildung, 19
Biophysik 3: Methoden, 20
Biophysik 4: Praktikum, Seminar, 22
Biophysik 5: Rechnergestützte Biophysik, 24
- Einführung in die Programmierung, 27
Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung, 52
Experimentalphysik 1: Mechanik, 4
Experimentalphysik 2: Elektrodynamik, 6
Experimentalphysik 3a: Optik, 8
Experimentalphysik 3b: Atome und Quanten, 10
- Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie für Studierende der Naturwissenschaften und des Lehramts als Prüfungsleistung, 29
Grundlagen der Organischen Chemie, 31
Grundlagen der Theoretischen Chemie, 38
- Mathematik für die Biophysik, 16
Moderne Methoden der Theoretischen Chemie, 40
Molekularbiologie und Genetik, 44
- Praktikum Organische Chemie für die Biophysik, 33
Praktikum Physikalische Chemie für Biophysik, 37
Proteinstruktur und -funktion für Studierende der Biophysik, 42
- Spezielle Themen der Biophysik für BSc-Studierende, 48
Struktur und Funktion der Organismen, 56
Studium Generale - Optionalmodul, 54
- Theoretische Physik 1: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik, 12
Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik, 14
Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik, 15
Thermodynamik, 35