

## Wahlpflichtmodulliste Biophysik (Stand: 17.10.2019)

### Allgemeine Hinweise

Es handelt sich bei dieser vorläufigen Modulliste um eine Übersicht über die momentan von in den Studiengängen Biophysik BSc und MSc belegbaren Wahlpflichtmodule. Insbesondere die im Sommer frisch reakkreditierten und zum Wintersemester 19/20 erstmals gültigen neuen Studienpläne der Studiengänge Chemie und Biochemie haben sich auch im Wahlpflichtbereich Biophysik einige Änderungen ergeben, denen wir bis zur Aktualisierung der eigentlichen Biophysik-Modulhandbücher hier Rechnung tragen möchten.

Es kommt durch die Vielzahl von Importmodulen aus anderen Studiengängen immer wieder vor, dass Informationen in dieser Übersicht veralten: Module entfallen, DozentInnen stehen nicht mehr zur Verfügung, Umfang oder Inhalt einer Veranstaltung ändern sich. Wenn Ihnen solche Widersprüche auffallen, sind wir für eine Nachricht (an [wille@biophysik.uni-frankfurt.de](mailto:wille@biophysik.uni-frankfurt.de)) dankbar.

Die verbindlichen Informationen zu jedem Modul, insbesondere zu Prüfungen, Teilnahmevoraussetzungen etc., sind den Modulhandbüchern der Herkunftsstudiengänge zu entnehmen. Auf diese wird bei den Einträgen in dieser Liste verwiesen. Dazu enthalten die folgenden Seiten jeweils unter dem Reiter „Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel“ die zu jedem Importmodul bzw. jeder Importveranstaltung gehörigen Modulkürzel aus den Herkunftshandbüchern.

Die aktuelle Information, ob Module aktuell angeboten werden, die im Feld „Turnus“ den Vermerk „nach Ankündigung“ bzw. „unregelmäßig“ tragen, muss immer für das jeweilige Semester im QIS nachgeschlagen oder bei den Modulverantwortlichen erfragt werden! In der Regel gibt es im Institut für Biophysik diese Information nur für die Module aus dem eigenen Institutsangebot, aber nicht für Importmodule.

Der Abschnitt **Noch nicht zugelassene Module** enthält Module, die noch nicht vom Prüfungsausschuss (PA) Biophysik zugelassen worden sind. Da die dort gelisteten Module aber i. d. R. der Ersatz von vormals genehmigten, zwischenzeitlich aber weggefallenen Modulen in anderen Studiengängen sind, werden sie voraussichtlich mit der nächsten Sitzung des Prüfungsausschusses zugelassen.

Das Kapitel **Veraltete Module und/oder aufgelöste Module** enthält solche, die aus unterschiedlichen Gründen jetzt nicht mehr existieren. Wenn Sie eines dieser Module bereits erfolgreich absolviert haben, können Sie dieses natürlich immer noch einbringen.

## Konkrete Hinweise zu einzelnen Modulen und Lehrveranstaltungen

Das Modul „Kollektive Phänomene in neuronalen Netzwerken“, welches die Lehrveranstaltungen „Seminar 1“ und „Seminar 2“ enthält, wird derzeit nicht angeboten.

Das Modul „Kodierung in neuronalen Netzwerken“, welches die Lehrveranstaltungen „Seminar 1“ und „Seminar 2“ enthält, wird derzeit nicht angeboten.

Das Modul „Theoretische Photochemie“, welches die gleichnamige Vorlesung enthält, wird in dieser Form nicht mehr angeboten.

Die Lehrveranstaltung „Analytische Methoden der Physikalischen Chemie in der industriellen Praxis“ wird voraussichtlich im Sommersemester 2020 wieder angeboten, dann als Teil eines Sammel-Wahlpflichtmoduls.

Die Module „Einführung in die Theorie der Magnetischen Resonanz“ *ITMR* und „Einführung in die Praxis der Magnetischen Resonanz“ *IPMR* werden in dieser Form nicht mehr angeboten. Stattdessen werden voraussichtlich die drei Module „Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie“ [K3.3], „EPR-Spektroskopie“ [K3.4] und „Festkörper NMR-Spektroskopie“ [CW-N.2] des Studiengangs M.Sc. Chemie übernommen.

Einige Lehrveranstaltungen des Moduls BPMWPS3 können zukünftig voraussichtlich auch im Rahmen des Moduls [2.25] „Molekulare Biowissenschaften“ (MSc Biochemie) gehört werden, das komplett als eigenes Importmodul zugelassen werden soll.

## Aktualisierungen

17.10.2019: Modul CHSTRUFU fehlte in der Auflistung durch einen Irrtum; wieder eingefügt

## Modulauflistung

<b>VMOLSPEK</b>	<b>Molekulare Spektroskopie</b>	<b>3 SWS</b>	<b>5 CP</b>
-----------------	---------------------------------	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Molekülbau; Molekülorbital-Ansatz; theoretische Näherungen; zeitabhängige Quantenmechanik; Störungsrechnung für die Wechselwirkung mit Licht; Rotations-, Schwingungs- und optische Spektroskopie; Raman- und Photoelektronenspektroskopie; Auswahlregeln und Anwendungen; Photophysik und Photochemie.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden lernen die Grundlagen der molekularen Spektroskopie kennen. Durch selbstständiges Erarbeiten an ausgewählten Beispielen wird der Stoff vertieft. Die Diskussion in den Übungsgruppen führt zu einem tiefergehenden Verständnis für die zugrundeliegenden Konzepte. Qualifikationsziel ist es, dass die Studierenden diese Konzepte auch auf unbekannte Probleme anwenden können.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	14/ B.Sc. Chemie/ [P.5]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Physikalische Chemie 3	V	5
------------------------	---	---

VLASERCHEM	Laserchemie	3 SWS	5 CP
------------	-------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Laserprinzipien; Lasertypen; spezielle Eigenschaften von kohärentem Laserlicht; Vertiefung der mathematischen Beschreibung; grundlegende Prinzipien der linearen und nichtlinearen Optik; Realisierung von hochstabilen Dauerstrichlasern sowie gepulsten Laserquellen; spektroskopische Methoden (insbesondere elektronische Spektroskopie und Schwingungsspektroskopie); apparative Realisierung von spektroskopischen Prinzipien; Anwendung auf chemische Fragestellungen; gezielter Einsatz der Laserspektroskopie in den Biowissenschaften.</p> <p><u>Übung:</u> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt. Diese beinhaltet die Beschäftigung mit Übungsaufgaben bzw. aktuelle Literaturbesprechungen und Laborführungen.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungsmöglichkeiten von Lasern und die erforderliche Instrumentierung zu erklären. Sie können entscheiden, ob eine wissenschaftliche Fragestellung mit Lasern untersucht werden kann und welche Laserinstrumente dafür verfügbar sind. Neue Forschungsergebnisse aus der aktuellen Forschung können sie mit einem Fachpublikum erörtern.
<b>Fachbereich/Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [K2.4]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Prinzipien und Anwendungen von Lasern in der Chemie	V+Ü	2+1
---	-----	-----

CHSTRUFU	Struktur und Funktion von Biomakromolekülen	4 SWS	7 CP
----------	---	-------	------

Anmerkungen	Name ehemals „Struktur und Funktion“
-------------	--------------------------------------

<b>Inhalte</b>	<p>Strukturbestimmung von Wirkstoffen und Biomakromolekülen als Grundlage zum Verständnis ihrer Funktion</p> <p><b>Röntgenstrukturanalyse:</b> Strukturelle und konformationell dynamische Eigenschaften von Molekülen/Biomakromolekülen; Struktur/Wirkungs-Beziehungen, Einführung in die rechengestützte Beschreibung und Analyse von Molekülen/Biomakromolekülen (Molecular Modelling), Kristallisation von Molekülen insbesondere Biomakromolekülen, Beurteilung und Bearbeitung von Kristallen als Vorbereitung eines Messexperimentes, Durchführung eines Messexperimentes, Einführung in kristallographische Grundlagen (Kristallsymmetrie und Raumgruppen, Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen), besondere Herausforderungen in der Strukturlösung von Biomakromolekülen wie der Lösung des Phasenproblem, Ermittlung von Reaktionswegen aus Kristallstrukturen.</p> <p><b>NMR-Spektroskopie:</b> theoretische Grundlagen der NMR-Spektroskopie, Einführung des Produktoperator-Formalismus zur Beschreibung von NMR-Experimenten, grundlegende NMR-Experimente, Abhängigkeit der NMR-Messgrößen von Strukturparametern und der Moleküldynamik, Strukturbestimmung von Proteinen und R</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Die Studierenden werden mit den wichtigsten Methoden zur Strukturbestimmung von Wirkstoffen und Biomakromolekülen vertraut gemacht und erwerben ein Verständnis für den komplexen Zusammenhang zwischen der dreidimensionalen Struktur von Molekülen und ihrer biologischen Funktion. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen der verwendeten Strukturbestimmungsmethoden und sind in der Lage, den Informationsgehalt und die Zuverlässigkeit von publizierten Strukturen zu beurteilen. Darüber hinaus helfen ihnen die vermittelten Kenntnisse bei der Lösung von Strukturproblemen im Rahmen der späteren eigenen wissenschaftlichen Arbeit.</p>
<b>Fachbereich/Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [K2.2]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

OC IV – Struktur und Funktion von Biomakromolekülen	V+Ü	3+1
---	-----	-----

ISSBPH	Internationale Sommerschule Biophysik	5 SWS	5 CP
--------	---------------------------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Die Internationale Sommerschule Biophysik wird in einer Kooperation der Goethe-Universität Frankfurt und der Fudan-Universität Shanghai alternierend an beiden Orten ausgerichtet. Wechselnde Dozenten beider Einrichtungen halten Blockkurse zu speziellen Themen der Biophysik und angrenzender Themengebiete für Studierende aus beiden Hochschulen.
<b>Kompetenzziele</b>	Ziele: Neben dem Verständnis des behandelten Stoffs dient das Modul zur Knüpfung von Kontakten mit ausländischen Dozenten und Studierenden. Die Durchführung eines Praktikums oder der Bachelor- bzw. Masterarbeit im Ausland kann angebahnt werden. Kompetenzen: Die Studierenden sollen das vermittelte Wissen sicher anwenden können. Das wissenschaftliche Englisch wird in den Vorlesungen und Diskussionsrunden geübt.
<b>Fachbereich/Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	13/ B.Sc. Biophysik
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig, i.d.R. jährlich in der vorlesungsfreien Zeit nach dem Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Internationale Sommerschule Biophysik	VÜSP	5
---------------------------------------	------	---

VSMSHRMI	Vertiefung Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie	4 SWS	5 CP
----------	--	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine.
--------------------	--------

<b>Inhalte</b>	Vertiefende Theorie und komplexere Anwendungen aus dem Themengebiet der „Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösenden Fluoreszenzmikroskopie“. Im Rahmen des Moduls wird ein thematischer Schwerpunkt der Vorlesung „Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie“ in Theorie und Praxis vertieft. Jedes Wintersemester wird ein anderes Themengebiet ausgewählt (bspw. hochauflösende Lokalisationsmikroskopie (PALM, dSTORM), Fluoreszenzkorrelationsspektroskopie (FCS), Förster Resonanzenergietransfer einzelner Moleküle (smFRET) oder „Stimulated Emission Depletion (STED) Mikroskopie“) und im elektronischen Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben.
<b>Kompetenzziele</b>	Das Modul baut auf den Inhalten der Vorlesung auf, vertieft diese und wird anhand von Beispielen aus der aktuellen Forschung diskutiert. Als Grundlage für die detaillierte Diskussion wird die Vorbereitung der Themen der Seminartage durch eigenständige Literaturliteraturarbeit erwartet. Hierzu wird Primärliteratur bereitgestellt. Jeder Teilnehmer wird im Verlauf des Seminars ein Referat über eines der Themen halten. Im Anschluss an das Referat kommt es zu einer Diskussion über die vorgestellte Forschungsarbeit zwischen dem Vortragendem und dem Auditorium. Im Rahmen eines begleitenden Praktikums in einem Forschungslabor führen die Teilnehmer in kleinen Gruppen (ca. 3-4 Personen) Versuche mit direktem Bezug zu den im Seminar behandelten Themen durch.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [CW-PTC.3]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Vertiefung Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie	S+P	2+1
--	-----	-----

SMSHRMI	Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie	4 SWS	6 CP
---------	---	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Änderung der CP-Zahl im Herkunftsstudiengang. <u>Zukünftig</u> erhalten Studierende nach Abschluss dieses Moduls 6 anstatt der vorherigen 5 CP.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	Spektroskopische und mikroskopische Verfahren der Einzelmolekülfluoreszenz: Lokalisierung einzelner Moleküle, Tracking, Einzelmolekül FRET, Fluoreszenzlöschung; Anwendungen von Einzelmolekülmethoden zur Untersuchung der Dynamik (z.B. Diffusion, Konformation, Bindungsstudien) einzelner Moleküle (z.B. Proteine, Nukleinsäuren, Liganden) in vitro und im zellulären Kontext; Methoden zur Überwindung der optischen Auflösungsgrenze in der Fluoreszenzmikroskopie (z.B. STED, STORM / PALM); Anwendung hochauflösender Fluoreszenzmikroskopie zur Untersuchung zellulärer Strukturen; quantitative, hochauflösende Fluoreszenzmikroskopie sowie gezielte Markierungsstrategien; Anwendung von Einzelmolekülmethoden zur Messung der Dynamik von Biomolekülen; Grundlagen der Fluoreszenz, der geometrischen Optik und des Aufbaus sowie der Funktionsweise von Mikroskopen
<b>Kompetenzziele</b>	Ziel dieses Moduls ist, den Studierenden Einsichten in „state of the art“ Methoden der experimentellen Einzelmolekültechniken sowie in die hochauflösende Fluoreszenzmikroskopie zu geben. Es wird vermittelt, welche Fragestellungen wie beantwortet werden können und wo die Grenzen bzw. Schwachpunkte der jeweiligen Methoden liegen. Der methodische Hintergrund wird durch Beispiele aus der aktuellen Forschung ergänzt und vertieft.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [K2.3]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie	S+P	2+2
---	-----	-----



BPBWPS1	Spezialisierung Biophysikalische Methoden	4—8 SWS	6—12 CP
---------	---	---------	---------

<b>Anmerkungen</b>	Wegfall der Lehrveranstaltung „Angewandte Elektronik für die Laborpraxis“ Vorlesung und Praktikum „Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung“ können nur gemeinsam belegt werden.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Vorlesung Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</u> Die Vorlesungen werden eine Übersicht über die Grundlagen der Transmissionselektronenmikroskopie geben und verschiedene Präparationsmethoden für biologische Proben darstellen. Weiterhin werden grundlegende Bildverarbeitungsmethoden mit einem Schwerpunkt auf Strukturaufklärung mittels Elektronentomographie diskutiert. Nur zusammen mit dem Praktikum absolvierbar.</p> <p><u>Praktikum Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</u> In den Praktika werden die Studierenden in kleinen Gruppen von maximal 3 Studierenden arbeiten. Es werden Negativkontrastierungs- und Kryoxationsmethoden eingeübt. Der Prozess der Ultramikrotomie mittels Diamantmessern wird demonstriert und die Studierenden werden selbstständig Ultradünnschnitte erstellen. Die Studierenden werden Bilder ihrer zum Teil zuvor selbst hergestellten Proben an Transmissionselektronenmikroskopen der modernsten Generation aufnehmen. Abschließend werden tomographische Daten im Computer rekonstruiert und die weiteren Bildverarbeitungsschritte an Beispielen diskutiert. Nur zusammen mit der Vorlesung absolvierbar.</p> <p><u>Biochemische Methoden in der Biophysik:</u> 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 (Tags, chemische Label, Isotopenlabel, künstliche Aminosäuren); biochemisch relevante Datenbanken und Software</p> <p><u>Biomolekulare Dynamik — Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:</u> 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><u>Elektrophysiologie:</u> 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</p>
----------------	--

	<p>gewinnen, die die Grundlage für viele zelluläre Funktionen bilden.</p> <p>Infrarotspektroskopie an Biomolekülen: theoretische Grundlagen der Infrarotspektroskopie, praktische Ausführung der modernen Infrarotspektroskopie, Probenformen für die Infrarotspektroskopie, experimentelle und theoretische Zuordnung von Infrarotsignalen, Beispiele für die Infrarotspektroskopie in den Lebenswissenschaften oder in der Biotechnologie. Übungsaufgaben sind in die Vorlesung integriert.</p> <p><u>Laser- und Optoelektronik:</u> Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder, Fourier-Transformationen, zeitliche und räumliche Wellenausbreitung, Gauß-Strahlen, geometrische Optik, optische Resonatoren, Wellendispersion. Lasergrundlagen: Strahlende Übergänge, spektrale Verbreiterung, Verstärkungssättigung, Dauerstrich- und gepulster Laserbetrieb, Modenkopplung, verschiedene Lasertypen (Gas, Festkörper, Farbstoff), Halbleiterlaser. Nichtlineare Optik: Oberwellenerzeugung, Phasenanpassung, elektrooptische Modulation, Selbstphasenmodulation, Messung optischer Pulse, Detektion optischer Strahlung.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Das Modul ermöglicht eine weitergehende fachliche Spezialisierung zu experimentellen und theoretischen biophysikalischen Arbeitsmethoden durch eine Reihe von vertiefenden Lehrveranstaltungen, aus denen die Studierenden geleitet von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse des Bachelorprojekts auswählen. Diese Lehrveranstaltungen bauen auf den Inhalten der Pflicht- und Wahlpflichtmodule des Bachelorstudiengangs auf und vermitteln Kenntnisse zur Herstellung eigener biophysikalischer Versuchsaufbauten und Proben, der Untersuchung dieser Proben hinsichtlich ihrer spektroskopischen, strukturellen und dynamischen Eigenschaften, sowie der Verfahren zur Datenanalyse und -auswertung und deren theoretischem Hintergrund.</p> <p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Funktionsprinzipien der vorgestellten Methoden erläutern</li> <li>– typische Anwendungsfälle der vorgestellten Methoden benennen</li> <li>– für eine gegebene Fragestellung eine geeignete Methode auswählen</li> <li>– Vor- und Nachteile einer Methode im Vergleich mit möglichen Alternativen abwägen</li> <li>– Limitationen einer Methode erkennen</li> <li>– mit einer Methode gewonnene Ergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Limitationen bewerten</li> </ul>
<b>Fachbereich/Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	13/ B.Sc. Biophysik <u>Laser- und Optoelektronik:</u> 13/ B.Sc. Physik/ VLASOPT
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	<p><u>Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</u> Regelmäßig im Wintersemester</p> <p><u>Biochemische Methoden in der Biophysik:</u> Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Biomolekulare Dynamik:</u> Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Elektrophysiologie:</u> Unregelmäßig nach Aushang</p> <p><u>Infrarotspektroskopie an Biomolekülen:</u> Unregelmäßig nach Aushang</p> <p><u>Laser- und Optoelektronik:</u> Regelmäßig im Wintersemester</p>

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung	V+Ü	1	1,5
Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung	P	1	1,5
Biochemische Methoden in der Biophysik	V	2	3
Biomolekulare Dynamik	V	2	3

Elektrophysiologie	V	2	3
Infrarotspektroskopie an Biomolekülen	V+Ü	2	3
Laser- und Optoelektronik	V	2	3

BPHBIO1	Biologie 1: Struktur und Funktion der Organismen	4 SWS	6 CP
---------	--	-------	------

Anmerkungen	Keine
-------------	-------

<b>Inhalte</b>	In dieser Veranstaltung wird in aufeinander abgestimmten Vorlesungen und Praktikum 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 Kombination von Vorlesungen und Praktikum soll dazu beitragen, dass Faktenwissen möglichst rasch in Form eigener Anwendung und Bewertung zur selbstständigen Erarbeitung wesentlicher Zusammenhänge führt. Vorlesung und Praktikum umfassen Zellbiologie, funktionelle Organisation der Pflanzen, funktionelle Organisation der Tiere, Evolution und Anthropologie. Begleitende Tutorien dienen der Vertiefung des Wissens. Die Problematik von Tierversuchen in Forschung und Lehre wird thematisiert.
<b>Kompetenzziele</b>	Infolge der Kombination theoretischer und praktische Lehrveranstaltungen und selbständiger Vor- und Nachbereitung erarbeiten sich die Studierenden komplexes Faktenwissen über den Bau und die Funktion pflanzlicher und tierischer Organismen. Das theoretisch erarbeitete Wissen wird mittels mikroskopischer Studien botanischer und zoologischer Objekte verifiziert. Das Erstellen von Skizzen / Zeichnungen fördert die Wahrnehmung, Strukturen zu interpretieren und wiederzuerkennen. In kleineren Versuchen werden theoretische Zusammenhänge demonstriert und diese durch Erstellen von Versuchsprotokollen beurteilt und interpretiert. In den begleitenden Tutorien vertiefen die Studierenden das grundlegende Verständnis funktioneller und evolutionärer Zusammenhänge. Die Studierenden können den Einsatz von Tierversuchen diskutieren und kennen deren rechtlichen Grundlagen.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-1
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Struktur und Funktion der Organismen	V	4
--------------------------------------	---	---

BSCBIOW9	Ökologie und Evolutionsbiologie	4 SWS	6 CP
----------	---------------------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Die Vorlesung gibt eine Einführung in den gesamten Bereich der Ökologie und behandelt Evolutionsprozesse von der Entstehung des Lebens auf der Erde bis heute. Es werden ökologische Grundbegriffe und Grundtatsachen (Ökologiebegriff, Autökologie, Populationsökologie, Evolutionsökologie, Wechselbeziehungen zwischen Arten, Einfluss abiotischer Faktoren auf die Lebewesen, Biozönosen und Ökosysteme) einführend behandelt. Darüber hinaus werden wichtige Vegetations- und Klimazonen und exemplarische Ökosysteme vorgestellt. Großer Wert wird auch auf die angewandte Ökologie (Bioindikation/Biomonitoring, Umweltschutz, Ökotoxikologie, nachhaltige Entwicklung, Arten und Biotopschutz) und die Zusammenhänge zwischen Physiologie und Ökologie gelegt. Daneben werden grundlegende Prozesse behandelt, die dem Evolutionsgeschehen zugrunde liegen: Replikation, Mutation, Variation, Drift, Selektion, Gen Genealogie, Artbildung und Makroevolution. Auch der Aussagegehalt fossiler Funde und ihre Interpretation werden kritisch präsentiert. Weitere Themen sind Genotyp Phänotyp Wechselwirkungen, die Evolution von Entwicklungsgenen, Coevolution und die Evolution der Menschen. Es wird gezeigt, wie Aussterbeereignisse und neue adaptive Radiationen zur heutigen biologischen Vielfalt (Biodiversität) geführt haben und wie der menschliche Einfluss auf Ökologie- und Evolutionsprozesse vielfältig wirksam ist.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden kennen ökologische Grundbegriffe und verstehen grundlegende ökologische Zusammenhänge. Sie kennen die flächenmäßig bedeutendsten Ökosysteme und können aktuelle Umweltprobleme einschätzen und diskutieren. Sie erkennen die vielfältigen Wechselbeziehungen und auch Unterschiede zwischen ökologischen und evolutionsbiologischen Prozessen. Die Studierenden verstehen die erkenntnistheoretische Grundlage moderner evolutionsbiologischer Erklärungsmodelle und auch die Grenzen der Erkenntnis; sie kennen die Grundbegriffe und Konzepte. Sie haben Fragestellungen, Untersuchungsansätze und Methoden anhand ausgewählter rezenter Evolutionsprozesse erlernt und einen Überblick über den Ablauf der biologischen Evolution und der biologischen Vielfalt im Laufe der Erdgeschichte erworben.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-9
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Ökologie und Evolutionsbiologie	V	4
---------------------------------	---	---

BSCBIOW10	Neurobiologie, Zell- und Entwicklungsbiologie	4 SWS	6 CP
-----------	---	-------	------

Anmerkungen	Keine
-------------	-------

<b>Inhalte</b>	Das Modul vermittelt die Grundlagen der Zell- und Entwicklungsbiologie sowie der zellulären und systemischen Neurobiologie. Wesentliche Inhalte der Vorlesungen sind Aufbau von Zellmembranen, Struktur, Funktion und Biogenese von Zellorganellen, Transport von Proteinen, Mechanismen der zellulären Signalübertragung, Funktion und Aufbau des Cytoskeletts, die Zell-Zellerkennung und die molekulare Biologie des Zellzyklus, Struktur und Funktion von Nervenzellen, Gliazellen und von Nervensystemen, Entstehung von Membranpotential und Aktionspotentialen, synaptische Übertragung, Neurotransmitter und ihre Rezeptoren, einfache neuronale Verschaltungen, funktioneller Aufbau des Vertebratenhirns, neuronale Plastizität und Gedächtnis, Sinnesphysiologie und Sinnesverarbeitung an ausgewählten Beispielen. Evolutive und ontogenetische Aspekte werden mit dargestellt.
<b>Kompetenzziele</b>	Dieses Modul gibt eine Einführung in die molekulare und strukturelle Funktionsweise von Zellen und die Funktionsweise von Nervensystemen in ihrer evolutiven und interspezifischen Vielfalt.  Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>– verstehen den Aufbau und die Organisation von Zellen.</li> <li>– lernen die Verbindung zwischen molekularen Lebensvorgängen und der Zellstruktur bzw. -organisation zu erkennen.</li> <li>– überblicken die molekularen Grundlagen der Signaltransduktion und des Zellzyklus.</li> <li>– verstehen die molekularen Zusammenhänge zwischen Störungen des Zellstoffwechsels, des Zellzyklus und der Entstehung von Krankheiten.</li> <li>– lernen die Strukturen neuronaler Funktionssysteme auf Zell und Organniveau kennen.</li> <li>– überblicken Nervensysteme unterschiedlicher tierischer Organisationsstufen.</li> <li>– sind in der Lage, die funktionalen Aspekte inkl. der integrativen Steuerung von Nervensystemen zu verstehen.</li> <li>– verstehen evolutive und ontogenetische Entwicklungen von Nervensystemen.</li> <li>– lernen, mögliche Einflussbereiche interner (z.B. Hormonfaktoren) und externer Faktoren (z.B. Medikamente) auf das Gehirn zu erkennen.</li> </ul>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-10
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Neurobiologie	V	2
Zell- und Entwicklungsbiologie	V	2

<b>BSCBIOW11</b>	<b>Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
------------------	--	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	In der Vorlesung werden folgende Inhalte vermittelt: Funktionen der Kompartimente in Pflanzenzellen, primäre und sekundäre Reaktionen der Photosynthese; C4 und CAM Pflanzen; photosynthetischer Energiestoffwechsel, Bildung, Transport, Speicherung und Mobilisierung von Assimilaten, Besonderheiten des pflanzlichen Lipid-, Protein und Kohlenhydrat Stoffwechsels, Wasserhaushalt und Wassertransport, Aufnahme und Transport von Mineralstoffen, Stickstoff und Schwefelstoffwechsel, Mykorrhiza und Wurzelknöllchen Symbiosen, Regulation der Pflanzenentwicklung; Hormone, Lichtrezeptoren, Photomorphogenese, Anpassungen von Pflanzen an abiotische Stressfaktoren und Schaderreger, Struktur und Funktion der prokaryotischen Zelle, Wachstum mikrobieller Populationen, Struktur, Klassifikation und Ökologie von Hyphenpilzen und Hefen sowie ihre Bedeutung für den Menschen, Diversität des aeroben, heterotrophen Stoffwechsels, Gärungen und ihre Anwendung, Anaerobe Atmungen, Evolution, Systematik und Physiologie von Archaeen, Systematik und Physiologie ausgewählter Bakterien, Biogeochemie: Stoffzyklen, Biotechnologie, Mikrobielle Ökologie, Interaktionen von Pflanzen und Mikroben, Interaktionen von Tieren /Menschen und Mikroben.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden sollen über ein sicheres und strukturiertes Wissen über die wesentlichen Inhalte der Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie verfügen. Die einschlägigen Fachbegriffe werden beherrschbar und können richtig angewendet werden. Die Kombination beider Themengebiete erlaubt einen Einblick in die physiologischen Prozesse und deren Koordination auf der molekularen, zellulären und organismischen Ebene.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-11
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Pflanzenphysiologie	V	2
Mikrobiologie	V	2

BPBWPS2	Ergänzung Biologie	4—6 SWS	6—9 CP
---------	--------------------	---------	--------

Anmerkungen	Keine
-------------	-------

<p><b>Inhalte</b></p>	<p><u>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung:</u> Grundlagen der Thermodynamik für offene Systeme; Grundlagen der Gewinnung chemischer Energie aus Spaltungsreaktionen; Grundlagen der Photosynthese; Strukturen, Funktion und Reaktionsmechanismen von ATPasen; Aufbau und Funktion der Atmungskette; Grundlagen von molekularen Motoren; Grundlagen der Biolumineszenz; Struktur, Funktion und Dynamik von Retinalproteinen.</p> <p><u>Strahlen- und Umweltbiophysik:</u> 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><u>Ökotoxikologie:</u> Eintragspfade von Schadstoffen in Ökosysteme, Verhalten von Schadstoffen in Umweltkompartimenten, Langstreckentransport von Chemikalien, Persistenz und abiotische Umwandlung, Toxikokinetik und Toxikodynamik, Aufnahme und Akkumulation von Schadstoffen, Verteilung, Umwandlung und Ausscheidung durch Organismen, Charakterisierung von Vergiftungen, Wirkmechanismen und Dosis-Wirkungsbeziehungen, Biologische Testverfahren, Umweltrisikobewertung von Chemikalien, Grenzwerte und ihre Ableitung, Biomonitoring und Bioindikation, Fallbeispiele für Schadstoffwirkungen</p> <p><u>Einführung in die Humantoxikologie:</u> In der Vorlesung wird eine Einführung in alle Bereiche der Humantoxikologie gegeben. Neben den toxikologischen Grundlagen (Allgemeine Toxikologie; Teil 1 der Vorlesung) wird die Toxikologie wichtiger Organsysteme (Teil 2) und exemplarischer Substanzgruppen (Teil 3) als Grundlegung der Speziellen Toxikologie vermittelt. Im Teil 1 werden die Aufgaben der Toxikologie charakterisiert und Toxikodynamik und Toxikokinetik als die beiden Hauptdisziplinen der Toxikologie näher beleuchtet. Allgemeine Regeln der Wirkungscharakterisierung von Schadstoffen und der Beschreibung von Wirkungsmechanismen werden thematisiert. In der Toxikokinetik werden Gesetzmäßigkeiten von Aufnahme, Verteilung, Abbau und Ausscheidung toxischer Substanzen durch den menschlichen Organismus dargestellt. Schließlich sind die Toxizitätsbewertung gefährlicher Substanzen und die Behandlung von Vergiftungen weitere Themenkreise. Im Teil 2 werden toxische Wirkungen von Substanzen auf die Verdauungs- und Ausscheidungsorgane, das Blut und die blutbildenden Organe, das Immun- und Nervensystem (inkl. Sinnesorgane) sowie Haut und Lunge dargestellt. Besonders Augenmerk wird auf fruchtschädigende (teratogene), krebserregende (kanzerogene) und hormonähnliche (endokrine) Wirkungen von gefährlichen Stoffen gelegt. Im letzten Vorlesungsabschnitt werden exemplarisch unterschiedliche Substanzgruppen und ihre toxischen Wirkungen vorgestellt. Hierzu gehören neben den Metallen und Metalloiden auch aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, organische Stickstoffverbindungen, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ether, Phosphorsäureester, Carbamate und Alkylanzien.</p>
<p><b>Kompetenzziele</b></p>	<p>Das Modul bietet eine Ergänzung zu den obligatorischen Biologiemodulen des Studiengangs mit Schwerpunkten bei Fragestellungen zum Stoffwechsel verschiedener Organismenklassen oder bei ökologischen und toxikologischen Themen. Aus den angebotenen Lehrveranstaltungen wählen die Studierenden geleitet von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse des Bachelorprojekts aus. Einige der Vorlesungen in diesem Modul sind darüber hinaus Voraussetzungen für die Teilnahme an Praktika im Wahlpflichtbereich Biologie.</p>



	<p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die evolutionäre, strukturelle und chemische Vielfalt biologischer Systeme überblicken und in Systeme einordnen</li> <li>– wichtige Eigenschaften der besprochenen biologischen Systeme benennen</li> <li>– Triebkräfte von Veränderungen in biologischen Systemen benennen</li> <li>– in den Lehrveranstaltungen besprochene abstrakte Konzepte an konkreten biologischen Systemen anwenden</li> <li>– die zeitliche Entwicklung eines biologischen Systems und seine Reaktion auf äußere Einflüsse qualitativ beschreiben</li> <li>– energetische Größen bei Stoffwechselprozessen abschätzen</li> <li>– den theoretischen Hintergrund für experimentelle Untersuchungsmethoden biologischer Systeme erläutern</li> </ul>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	<p>13/ B.Sc. Biophysik  <u>Ökotoxikologie</u>: 15/ M.Sc. Ökologie und Naturschutz/ Öko-1-VS  <u>Einführung in die Humantoxikologie</u>: 15 / M.Sc. Umweltwissenschaften/ UW-BÖ12</p>
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	<p><u>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung</u>: Unregelmäßig nach Aushang  <u>Strahlen- und Umweltbiophysik</u>: Regelmäßig im Sommersemester  <u>Ökotoxikologie</u>: Regelmäßig im Wintersemester  <u>Einführung in die Humantoxikologie</u>: Regelmäßig im Sommersemester</p>

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung	V	2	3
Strahlen- und Umweltbiophysik	V+Ü	2	3
Ökotoxikologie	V	2	3
Einführung in die Humantoxikologie	V	2	3

<b>BIOW12C</b>	<b>Spezialisierung 1 – Molekulare Mikrobiologie</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
----------------	---	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Vermittlung und Erlernen grundlegender Methoden der molekularen Mikrobiologie und mikrobiellen Biochemie einschließlich grundlegender Untersuchungsmethoden zur Stoffwechselregulation und mikrobiellen Genetik.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden erlernen grundlegende mikrobiologische, molekulare, genetische und biochemische Labortechniken. Zudem sind die Studierenden zu einer quantitativen Auswertung und kritischen Betrachtung der Versuchsergebnisse sowie zur problembezogenen Planung von Versuchsansätzen als Voraussetzung auf eine entsprechende Bachelorarbeit befähigt.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-12C
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Molekulare Mikrobiologie	P+S	3+1
--------------------------	-----	-----

<b>BIOW13B</b>	<b>Spezialisierung 2 – Neurobiologie I</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
----------------	--	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Vermittlung und Erlernen grundlegender Methoden der Neurobiologie, einschließlich histologischer Untersuchungen von Nervengewebe und von Sinnesorganen, grundlegender elektrophysiologischer Versuchsaufbauten, psychophysischer Untersuchungsansätze, Simulation von neuronaler Aktivität.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden erlernen grundlegende neurobiologische Arbeitsweisen zum Verständnis experimenteller Herangehensweisen in der Neurobiologie und zur Vorbereitung auf eine entsprechende Bachelorarbeit.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-13B
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
Neurobiologie I	P+S	3+1

<b>BIOW13C</b>	<b>Spezialisierung 2 – Molekulare Pflanzenphysiologie</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
----------------	---	--------------	-------------

<b>Wichtige Anmerkungen</b>	Keine
-----------------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Vermittlung und Erlernen grundlegender Methoden der molekularen Pflanzen sowie Entwicklungsphysiologie, einschließlich grundlegender Untersuchungsmethoden zur pflanzlichen Biochemie und zur Stoffwechselregulation.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden erlernen grundlegende pflanzenphysiologische, biochemische und biophysikalische Labortechniken. Zudem sind die Studierenden zu einer quantitativen Auswertung und kritischen Betrachtung der Versuchsergebnisse sowie zur problembezogenen Planung von Versuchsansätzen als Voraussetzung auf eine entsprechende Bachelorarbeit befähigt.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-13C
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Molekulare Pflanzenphysiologie	P+S	3+1
--------------------------------	-----	-----

<b>BIOW14B</b>	<b>Spezialisierung 3 – Zellbiologie</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
----------------	---	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	In dem Praktikum werden typische experimentelle Ansätze des Faches praktisch durchgeführt. Dazu zählen z.B. verschiedene mikroskopische Verfahren, Färbetechniken und Einsatz von niedermolekularen Substanzen zur Beeinflussung der zellulären Funktionen.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden kennen den Aufbau von eukaryontischen und prokaryontischen Zellen und verstehen die Funktionsweise der verschiedenen Zellbestandteile. Sie erarbeiten sich vertiefende Kenntnis se über verschiedene Zelltypen, ihre Differenzierung und Entwicklung.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-14B
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Zellbiologie	P+S	3+1
--------------	-----	-----

<b>BIOW14C</b>	<b>Spezialisierung 3 – Genetik</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
----------------	------------------------------------	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	In dem Praktikum Genetik werden Methoden der klassischen wie der molekularen Genetik durchgeführt. Typische Methoden der rekombinanten DANN- Technologie werden verwendet.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden erlangen eine Übersicht über die Methoden der klassischen und molekularen Genetik (Selektionsverfahren, Rekombinante DNA Technologie, Erzeugung gentechnisch veränderter Organismen) und verstehen die molekularen Mechanismen der Vererbung und der Expression des genetischen Materials.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-14C
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Genetik	P+S	3+1
---------	-----	-----

<b>BIOW15B</b>	<b>Spezialisierung 4 – Neurobiologie II</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
----------------	---	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Es werden grundlegende Methoden der Neurobiologie praktisch angewendet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der zellulären und molekularen Neurobiologie.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden erarbeiten sich unter Anwendung zellbiologischer und molekularbiologischer Untersuchungstechniken einen Überblick über die molekularen Funktionen von Nervenzellen und ihrer Interaktionen mit anderen Zellen.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-15B
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Neurobiologie II	P+S	3+1
------------------	-----	-----

<b>BIOW15C</b>	<b>Spezialisierung 4 – Molekularbiologie</b>	<b>4 SWS</b>	<b>6 CP</b>
----------------	--	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	In dem Praktikum werden ausgewählte Arbeitstechniken der Molekularbiologie angewendet, um ein molekulares Verständnis zellulärer Vorgänge zu erreichen.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden wenden verschiedene Methoden der Molekularbiologie an und erlangen ein tiefgehendes Verständnis des Aufbaus, der Funktionen und Interaktionen verschiedener Arten von Biomolekülen.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	15/ B.Sc. Biowissenschaften/ BSc-Biow-15C
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Molekularbiologie	P+S	3+1
-------------------	-----	-----



BIOINF	Bioinformatik	5 SWS	6 CP
--------	---------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	<p>Es handelt sich hierbei um die Vorlesung „Grundlagen der Bioinformatik“ <i>GruBI</i> (B.Sc. Bioinformatik), <u>nicht</u> um die Vorlesung „Strukturelle Bioinformatik“ <i>StruBI</i> (B.Sc. Bioinformatik) oder um die Vorlesung "Strukturelle Bioinformatik" [1.6] (M.Sc. Biochemie).</p> <p>BiophysikerInnen nehmen nicht an den Programmierübungen teil. Daher erhalten sie nur 6 CP.</p>
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p>Die Bioinformatik vereint Fragen, Methoden und Konzepte aus der Biologie, der Informatik und der Statistik. Die Inhalte dieses Moduls sind so gewählt, dass sie den Studierenden ein erstes zusammenhängendes Gesamtbild über die Bioinformatik ermöglichen.</p> <p>Im biologischen Teil werden die molekularen Grundlagen des Informationsflusses in einer Zelle vermittelt. Die Spanne reicht von der genomischen DNA bis hin zum fertig gefalteten Protein. Im anschließenden methodischen Teil erlernen die Studierenden relevante Ansätze zur biologischen Sequenzdatengewinnung von der PCR bis hin zur Hochdurchsatzsequenzierung gesamtgenomischer Genome. Der statistische Teil legt dann die Grundlagen zur Modellierung biologischer Sequenzen mittels Markov-Ketten, positionsspezifischer Scoring-Matrizen und hidden Markov Modellen. Darüber hinaus wird die Modellierung von DNA Sequenzevolution mittels zeit-kontinuierlicher Markov-Ketten unter Berücksichtigung gängiger Substitutionsmodelle (PAM, BLOSUM, WAG) und ihrer Spezifika behandelt. Auf Ebene der Sequenzvergleiche folgen Algorithmen zur exakten und heuristischen Mustersuche im Kontext des Referenz-basierten Mappings von genomischen shotgun-Sequenzen und der Identifizierung von Signalsequenzen und Sekundärstruktur-Elementen. Weiterhin werden Prinzipien und Methoden zur Erstellung lokaler und globaler paarweisen Sequenzalignments vorgestellt. Es folgen Ansätze zur Signifikanzabschätzungen von Sequenzähnlichkeiten die zu heuristischen Datenbank-Suchen überleiten (BLAST, FASTA). Alignment-freie Ansätze zum paarweisen Sequenzvergleich werden angeschnitten. Methoden zum Vergleich mehrerer Sequenzen mittels progressiver Alignmentstrategien und deren Verbesserung mittels verschiedener stochastischer Optimierungsstrategien sowie Konsistenz-basierter Ansätze zur Erstellung multipler Sequenzalignments bilden den Abschluss der vergleichenden DNA Sequenzanalyse. Aufbauend folgen im Anschluss basale Prinzipien maschineller Lernverfahren wie Support-Vector-Machines und probabilistische Neuronale Netze im Kontext der funktionellen Annotation und der Klassifizierung biologischer Sequenzen. Methoden und Ansätze zur phylogenetischen Analyse von DNA- und Proteinsequenzen umfassen verschiedene Clustering-Algorithmen (UPGMA, Neighbor Joining), Parsimony-Prinzipien, sowie Likelihood—basierte Methoden. Verschiedene Varianten der Orthologie/Paralogie-Vorhersage liefern dann die Verbindung zwischen Sequenz- und Speziesbäumen, die im nächsten Schritt hin zur Funktionsvorhersage von Proteinsequenzen führt. Grundlagen der Strukturellen Bioinformatik mit Hinblick auf die Homologiemodellierung von Proteinstrukturen bilden den Abschluss dieses Moduls.</p> <p>Relevante Sequenzinformationsdatenbanken werden entsprechend des Kontexts an den entscheidenden Stellen eingeführt und deren Aufbau und Struktur besprochen.</p> <p>Im begleitenden Praktikum werden die theoretischen Inhalte aus Vorlesung und Übung anhand von Analysen realer Daten angewendet und vertieft. Der Umgang mit Web-basierten Analyse-Werkzeugen, öffentlichen Sequenzdatenbanken aber auch die eigenständige Implementierung von Algorithmen stellt den Schwerpunkt des Praktikums dar.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die Prinzipien bioinformatischer Algorithmen und können diese hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten beurteilen und einsetzen. Insbesondere soll die Brücke zwischen einem biologischem Konzept und dessen Abstraktion in einem</p>

	statistischen Modell oder in einem Algorithmus erkannt werden. Darüber hinaus sollen sie in die Lage versetzt werden bioinformatische Standard-Analysen eigenständig durchführen zu können.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	12/ B.Sc. Bioinformatik/ GruBI
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Grundlagen der Bioinformatik	V+Ü	3+2
------------------------------	-----	-----

VCPSM	Computational Physics and Simulations in MATLAB	6 SWS	6 CP
-------	---	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Programmieren und Visualisieren in Matlab, numerische Simulationen physikalischer Fragestellungen: Ableitung und Integration, Optimierung and Minimierung, gewöhnliche Differentialgleichungen, chaotische Dynamik, Fraktale, Zufallsbewegungen, Eigenwertprobleme, Matrixzerlegungen, partielle Differentialgleichungen, Perkolations, Monte-Carlo-Methoden, neuronale Netze.
<b>Kompetenzziele</b>	Im Rahmen des Tutoriums wird die Anwendung der vorgestellten Algorithmen auf konkrete physikalische Problemstellungen vermittelt. Dabei erlernen und verwenden die Studierenden die Programmierumgebung MATLAB, die auch bei geringen Vorkenntnissen effiziente Simulationen und Visualisierung ermöglicht.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VCPSM
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig nach Ankündigung

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Computational Physics and Simulation in MATLAB	V+Ü	3+3
--	-----	-----

Noch kein Kürzel	Machine Learning I	4 SWS	6 CP
------------------	--------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine.
--------------------	--------

<b>Inhalte</b>	Unsupervised learning, Bayesian inference, regression, classification and deep learning.
<b>Kompetenzziele</b>	Studierende sollen die verschiedenen Lernmethoden verstehen und auf neue Probleme kritisch anwenden können und die Ergebnisse analysieren können.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	12/ B.Sc. Informatik/ B-ML1
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Machine Learning I	V+Ü	2+2
--------------------	-----	-----

VNUMP	Numerische Methoden in der Physik	SWS	6 CP
-------	-----------------------------------	-----	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Darstellung von Zahlen, Rundungsfehler; Gewöhnliche Differentialgleichungen, Anfangswertprobleme; Einheitenbehaftete/dimensionslose Größen; Nullstellensuche, lösen nicht-linearer Gleichungen; Gewöhnliche Differentialgleichungen, Randwertprobleme; Lösen linearer Gleichungssysteme; Numerische Integration; Eigenwertprobleme; Verwendung numerischer Bibliotheken; Interpolation, Extrapolation, Approximation; Funktionsminimierung, Optimierung; Monte Carlo-Simulation statistischer Zustandssummen.
<b>Kompetenzziele</b>	Das Modul vermittelt auf einer praktischen Ebene die wichtigsten numerischen Verfahren, die in physikalischen Rechnungen eingesetzt werden. Die Studierenden erlangen die Kompetenz, selbst Methoden zu implementieren und aus Programmbibliotheken kritisch die für ein Problem geeigneten Verfahren auszuwählen.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VNUMP
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig nach Ankündigung

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Numerische Methoden in der Physik	V+Ü	3+2
-----------------------------------	-----	-----

LEMIKRO	Licht- und Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung	4 SWS	6 CP
---------	---	-------	------

Anmerkungen	Keine
-------------	-------

Inhalte	<p><u>Licht- und Elektronenmikroskopie:</u> Moderne Visualisierungsverfahren in Forschung und Entwicklung in Biologie und Medizin erfordern die Verschmelzung verschiedener mikroskopischer Verfahren. In der Vorlesung werden verschiedene mikroskopische Verfahren ausführlich dargestellt und ihr mathematischer und physikalischer Hintergrund detailliert erläutert. Wir bieten eine Einführung in Mikroskopiertechniken, beginnend bei konventioneller Lichtmikroskopie und Fluoreszenzmikroskopie, und weiter zur Transmissionselektronenmikroskopie und -tomografie. Die Vorlesung wird begleitet von einem Praktikum, in dem die Studierenden die Entwicklung von Softwarealgorithmen in MATLAB und/oder C++ üben.</p> <p><u>Licht- und Elektronenmikroskopie:</u> Bildverarbeitung mit MATLAB: Moderne Visualisierungsverfahren in Forschung und Entwicklung in Biologie und Medizin erfordern die Verschmelzung verschiedener mikroskopischer Verfahren. Begleitend zur Vorlesung Licht- und Elektronenmikroskopie bieten wir dieses Praktikum an, in dem die Studierenden die Entwicklung von Softwarealgorithmen in MATLAB und/oder C++ üben. Übungen für die Folgewoche werden eine Woche vorher ausgegeben. In den zwei Stunden des Praktikums werden die Algorithmen und Ergebnisse der Studierenden detailliert mit den Tutoren besprochen. Die Hausaufgaben sollen in der anschließenden Woche fertig bearbeitet sein, wonach sich die Schrittfolge wiederholt. Auf diese Weise wird die Komplexität der Algorithmen schrittweise erhöht und eine gute Lernerfahrung erreicht. Wir bieten technische und inhaltliche Beratung während der ganzen Woche, so dass alle Übungen erfolgreich bearbeitet werden können.</p>
Kompetenzziele	<p>Mikroskopische Verfahren sind unerlässlich für Diagnose, Analyse und Untersuchung einer großen Vielfalt an Proben auf allen Auflösungsskalen, beginnend bei Molekülen, über einzelne Zellen hin zu kompletten Organismen.</p> <p><u>Vorlesung:</u> Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung eines breiten Spektrums moderner mikroskopischer Verfahren, wie sie in Forschung und Industrie eingesetzt werden. Nach der Vorlesung können die Studierenden die Anwendungsfelder, Ähnlichkeiten und Unterschiede dieser Verfahren benennen. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, die richtigen Methoden für eine gegebene Anwendung auszuwählen und zu kombinieren; sie verstehen die Einschränkungen bei der Probenpräparation und können selbstständig Experimente für medizinische und biologische Fragestellungen entwerfen.</p> <p><u>Praktikum:</u> Die Themen der Vorlesung werden im praktischen Kurs vertieft, in dem die Studierenden in moderne Softwareentwicklung eingeführt werden und lernen, mit modernen High-Level-Programmiersprachen wie MATLAB zu programmieren.</p>
Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel	13/ B.Sc. Physik/ LEMIKRO
Verwendbarkeit/ Bereich	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Systeme
Turnus	Regelmäßig im Wintersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Licht- und Elektronenmikroskopie	V	2	3
Licht- und Elektronenmikroskopie: Bildverarbeitung in MATLAB	P	2	3

IMPRO	Bildverarbeitung	4 SWS	6 CP
-------	------------------	-------	------

Anmerkungen	Keine
-------------	-------

<b>Inhalte</b>	<p>Image processing is currently one of the most exciting fields of research and development. Modern imaging techniques used in medicine and biology are not possible without dedicated and highly specialized image processing algorithms and hardware. Meanwhile image processing is also essential in various fields such as social networks, intelligent car design, and the 3D movie industry. The lecture comprehensively addresses all basic image processing algorithms and provides the platform for designing new and improved ones. Both the mathematical background as well as the implementation is discussed. Given the great expertise of the Goethe University in imaging techniques, the algorithms will be associated to modern imaging methods like medical tomography, fluorescence light microscopy and transmission electron microscopy.</p> <p>Parallel to the lecture Image Processing, a lab class trains students in the development of new software algorithms on platforms like MATLAB and/or C/C++. Exercises for the following week are given to the students one week ahead. In the two hours of the lab class, the algorithms and results of the students are being discussed in detail with the tutors. The students are expected to have finished their homework by the following week, in which the procedure is repeated. In this way we ensure a stepwise increase in the complexity of the algorithms and an optimized learning experience. Throughout the week we offer support both in terms of hardware and consulting, so that all exercises can be completed successfully.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>This module provides a comprehensive introduction to image processing. With increasing computing power image processing methods use sophisticated algorithms to accomplish a variety of tasks. As a result of this module, students know a variety of algorithms and ways of processing multidimensional images. In the lab class students become familiar with modern higher-level programming languages (e.g. MATLAB) and modern software development.</p>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ IMPRO
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Bildverarbeitung	V	2	3
Praktikum Bildverarbeitung	P	2	3

BPBWPS3	Programmierung für Studierende der Biophysik	6 SWS	3-7 CP
---------	--	-------	--------

<b>Anmerkungen</b>	Die Lehrveranstaltungen „Wissenschaftliches Rechnen mit Python“ und „Einführung in die Programmierung mit C++ und Datenanalyse“ werden z. Z. nicht angeboten. Dieses Modul kann auch mit weniger als 5 CP abgeschlossen werden, d. h. mit nur einer der angebotenen Veranstaltungen.
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	<p><u>Einführung in die Programmierung für Studierende der Physik:</u> Einführung in Unix/Linux und eine Objekt-orientierte Programmiersprache, wie Fortran 2003, C++ oder Java, mit Anwendungen aus der elementaren Numerik, wie Rundung, Inter- und Extrapolation, Differentiation, Integration oder Eliminierung, oder physikalische Problemstellungen.</p> <p><u>Einführung in die Programmierung mit Python:</u> Installation von Python und Erweiterungspaketen, Umgang mit Kommandozeile und interaktiver Shell, Datentypen und -operationen, wesentliche Sprachelemente, Funktionen, Klassen, Exceptions, Verwendung von Erweiterungsmodulen: NumPy, SciPy, Matplotlib, BioPython. Übungen zur selbstständigen Bearbeitung</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Für Studierende mit geringen Vorkenntnissen werden grundlegende Programmierfertigkeiten in häufig verwendeten Programmiersprachen vermittelt. Diese können in weiteren Lehrveranstaltungen und Modulen vertieft werden.</p> <p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fragestellungen der wissenschaftlichen Computerpraxis analysieren, ggf. in Teilprobleme zerlegen und geeignete Datenstrukturen für deren Lösung auswählen</li> <li>– für eine konkrete, einfache Fragestellung ein Programm in wenigstens einer Programmiersprache schreiben, testen und dokumentieren</li> <li>– sich mit Literatur und Internet weiterführende Informationen zur Lösung von programmiertechnischen Fragestellungen verschaffen</li> <li>– für häufig verwendete Algorithmen z. B. der numerischen Analyse wichtige Eigenschaften und Limitationen benennen</li> </ul>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	13/ B.Sc. Biophysik <u>Einführung in die Programmierung für Studierende der Physik:</u> 13/ B.Sc. Physik/ PROG
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
Einführung in die Programmierung für Studierende der Physik	V+P	2+2	4
Einführung in die Programmierung mit Python	V+Ü	2	3



<b>HUMBIO</b>	<b>Humanbiologie</b>	<b>6 SWS</b>	<b>9 CP</b>
---------------	----------------------	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	<p><u>Anatomie und Physiologie I</u>: makroskopische Anatomie, Gewebetypen, Integumente, Skelett und Skelettmuskel, Herz und Gefäße, glatter Muskel, Kreislauf und Lymphsystem, Respirationstrakt, Verdauungssystem, Ernährung und Stoffwechsel.</p> <p><u>Anatomie und Physiologie II</u>: Neurophysiologie und Neurochemie, Gehirn und Rückenmark, motorische und sensorische Systeme, autonomes Nervensystem, Sinnesorgane, endokrines System, Nieren, Blut und Immunität, Sexualorgane, Schwangerschaft und Vererbung.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden können nach erfolgreichem Absolvieren der Veranstaltung den Aufbau von Zellen und Organen des Menschen skizzieren. Sie sind in der Lage, den verschiedenen Zelltypen und Organen ihre Funktion auf mikroskopischer als auch makroskopischer Ebene zuzuordnen. Die Studierenden können die Steuerung des Organismus durch Nerven- und Hormonsysteme beschreiben.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	14/ B.Sc. Biochemie/ [1.11]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	<u>Anatomie und Physiologie I</u> : Regelmäßig im Sommersemester <u>Anatomie und Physiologie II</u> : Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
---------------------------------------	------------	------------	-----------

Anatomie und Physiologie I	V	3	4,5
Anatomie und Physiologie II	V	3	4,5

<b>VGENEXP</b>	<b>Molecular Biology</b>	<b>6 SWS</b>	<b>7 CP</b>
----------------	--------------------------	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Dieses Modul ersetzt das alte Modul „DNA und Genexpression“, das unter diesem Namen nicht mehr angeboten wird. Die Inhalte sind jedoch vergleichbar und auch die CP-Zahl bleibt unverändert.
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	<p><u>Molekularbiologie I:</u> Strukturen der Nucleinsäuren, Aminosäuren, schwachen chemischen Wechselwirkungen und energiereiche Bindungen, sowie deren Bedeutung für makromolekulare Strukturen, DNA (Struktur, Organisation und genetische Stabilität); molekulare Vorgänge bei Replikation, Transkription mit Splicen und Editieren, Translation, jeweils auf der Ebene von Pro und Eukaryonten</p> <p><u>Molekularbiologie II:</u> Rekombinationsmechanismen; Regulationsmechanismen der Genexpression; RNAi; CRISPR/Cas; Epigenetik; virale Expressionsstrategien am Beispiel von Bakteriophagen, Retroviren u.a.; molekularbiologische Methoden: DNA Sequenzierung, Hybridisierung und Diagnostik, PCR, Rekombination, Mutagenese.</p> <p><u>Übungen:</u> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs finden Übungen in kleineren Gruppen statt.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis der viralen und bakteriellen Genome, der eukaryotischen Chromosomenstrukturen und der Mechanismen der Genomreplikation und Genexpression sowie der Replikations-, Transkriptions-, und Translationsregulation. Sie haben einen Einblick in die methodischen Ansätze der modernen Molekularbiologie erworben. Die Studierenden können die Auswirkungen der Gentechnik in Bezug auf gesellschaftliche und ethische Fragestellungen fachlich kompetent beurteilen (z.B. aktuelle Debatten über Einfluss der Gentechnik auf Medizin und Gesellschaft).
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ B.Sc. Biochemie/ [1.6]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	<u>Molekularbiologie I:</u> Regelmäßig im Wintersemester <u>Molekularbiologie II:</u> Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
---------------------------------------	------------	------------	-----------

Molekularbiologie I	V+Ü	2+1	4
Molekularbiologie II	V+Ü	2+1	3

VTH5	Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik	6,5 SWS	8 CP
------	--	---------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Grunddefinitionen, Carnotprozess und Hauptsätze, thermodynamische Potentiale, Gleichgewichtsbedingungen, Phasenübergänge, Ergodentheorie, Mikro- und Makrozustände, Dichtematrix. Entropie, statistische Gesamtheiten, nichtwechselwirkende Gase, Quantenstatistik und entartete Quantengase, Bose-Einstein-Kondensation, Boltzmann-Gleichung.
<b>Kompetenzziele</b>	Anhand wichtiger Modellsysteme (e.g. klassisches ideales Gas, van-der Waals Zustandsgleichung, Spinsysteme, Bose- und Fermigase) erlernen die Studenten die Anwendung dieser Konzepte auf konkrete Problemstellungen und gewinnen Einblick in ihre Relevanz für moderne Entwicklungen in der Forschung (e.g. ultrakalte Quantengase).
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Kürzel</b>	137 B.Sc. Physik/ VTH5
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik	V+Ü	4+2,5
--	-----	-------

VHQM	Höhere Quantenmechanik	6 SWS	8 CP
------	------------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Grundlagen der relativistischen Quantenmechanik, Klein-Gordon-Gleichung, Dirac-Gleichung, Symmetrien in der Quantenmechanik, Vielteilchentheorien im Fock-Raum, Näherungsmethoden für wechselwirkende Quantenvielteilchensysteme, elementare Streutheorie.
<b>Kompetenzziele</b>	Dieses Modul behandelt ausgewählte höhere Methoden der Quantenmechanik, wie sie für die moderne Physik grundlegend sind, insbesondere relativistische Quantenmechanik, Vielteilchentheorie, Symmetrien in der Quantenmechanik und Streutheorie. Damit werden die Studierenden befähigt, in ihren Abschlussarbeiten theoretische Probleme auf modernem Niveau anzugehen. Auf diese Weise werden insbesondere auch die Grundlagen für die Erweiterung der Quantenmechanik zur Quantenfeldtheorie gelegt.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VHQM
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Höhere Quantenmechanik	V+Ü	4+2
------------------------	-----	-----

VQMD	Quantum Molecular Dynamics	3 SWS	5 CP
------	----------------------------	-------	------

Anmerkungen	Keine
-------------	-------

<b>Inhalte</b>	Born-Oppenheimer approximation; density functional theory (Hohenberg-Kohn theorem, Kohn-Sham equations, local density approximation, generalized gradient approximation, time-dependent density functional theory); Born-Oppenheimer versus Car-Parrinello dynamics; iterative diagonalization; optimization techniques (steepest descent, conjugate gradient dynamics, variable metric method); global energy minimization (Metropolis algorithm, Markov chains, dynamical simulated annealing); pseudopotentials; quantum molecular dynamics for periodic systems; Kleinman-Bylander transformation; supercell concept
<b>Kompetenzziele</b>	This module provides a bridge between the electronic structure of atoms, familiar to students from the standard course(s) on quantum mechanics, and the electronic structure of molecules and solids. The course addresses both the fundamental physics involved as well as the theoretical concepts and computational techniques required for efficiently dealing with such systems. Students become familiar with the relevant lengths, time and energy scales, with the notion of hybridization and delocalization of states, and with the Born-Oppenheimer approximation. In addition, students make first contact with "counterintuitive" approaches, such as the pseudopotential approximation or the simulation of the Schrödinger equation by another differential equation. They learn about the interplay between the equations of motion and discretization. In this way students are trained to think more creatively about the representation of physics in terms of equations. The course is directly based on the mandatory theory courses Theoretische Physik I-IV. It is highly self-contained, preparation of students by attending additional courses e.g. in condensed matter theory is not required. The module prepares students for pursuing bachelor's or master's projects in computational electronic structure theory.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VQMD
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig nach Ankündigung

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Quantum Molecular Dynamics	V	3
----------------------------	---	---

BPBWPS4	Spezialisierung Physik	4—6 SWS	6—9 CP
---------	------------------------	---------	--------

<b>Anmerkungen</b>	Die beiden Vorlesungen „Experimentelle Festkörperphysik 1“ und „Experimentelle Festkörperphysik 2“ werden <u>voraussichtlich</u> aus diesem Modul entfernt und als eigenständige Importmodule aufgenommen, da die CP-Zahl bei beiden nun jeweils größer als 5 ist. <u>Zukünftig</u> erhalten Studierende nach Abschluss dieser Lehrveranstaltungen jeweils 6 anstatt der bisherigen 4 CP.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Atomphysik 1:</u> Atome als quantenmechanische Teilchen: Quantenoptik mit Atomen, Doppelspalt mit Materiewellen, Dekohärenz, Verschränkung, Quantenkryptographie, Quantenradierer. Wechselwirkung von Atomen und Molekülen mit einzelnen Photonen, Photoeffekt, Wirkungsquerschnitt, Drehimpulse, Wechselwirkung von Atomen mit starken Laserfeldern</p> <p><u>Atomphysik 2: Fortgeschrittene Atomphysik:</u> Einführung in die Relativistische QM (Feinstruktur, die Dirac Gleichung, Vorhersage von Antimaterie, der g-Faktor des Elektrons). Licht-Materie Wechselwirkung (Das Planck'sche Strahlungsgesetz und Herleitung nach Einstein, die Semiklassische Betrachtung und die Dipolnäherung, Grundlagen der nichtrelativistischen QED, Atomare Übergänge und Auswahlregeln, Photon-Streuungsprozesse). Moderne experimentelle Methoden zur Untersuchung der QED Effekte (Physik der Speicherringe, Laserspektroskopie, Röntgenspektroskopie und Arbeitsprinzip moderner 2d und 3d Halbleiterdetektoren, höchstpräzise Messungen des g-Faktors eines gebundenen Elektrons). Relativistische atomare Stoßprozesse. Phänomenologie der Licht-Materie Wechselwirkung im "ultra-strong regime" (Konzept eines Hochleistungslasers, Elektron im Laser-Feld und die "Ponderomotive" Kraft, Laser-induzierte Teilchenbeschleunigung und Anwendungen). Einführung in die BEC (Experimentelle Beobachtungen, MOT Falle, theoretische Grundlagen).</p> <p><u>Experimentalphysik 4a:</u> Kerne und Elementarteilchen: Aufbau und Struktur der Atomkerne; Kernreaktionen: Spaltung, Synthese, Fusion; Kernkraft; Radioaktivität; Streuexperimente; Struktur des Protons; elementare Wechselwirkungen und Teilchen: Leptonen, Hadronen, Quarks, Austauscheteilchen; das Quarkmodell, das Standardmodell der Teilchenphysik; starke, schwache und elektromagnetische Wechselwirkung; Nachweismethoden: Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Experimente und Detektoren der Teilchenphysik; Astrokernphysik.</p> <p><u>Experimentalphysik 4b:</u> Festkörper: Einführung: Grundlagenforschung an Festkörpern und Festkörper in der technischen Anwendung, Chemische Bindung, Aufbau kristalliner Festkörper, Streuung an periodischen Strukturen, reziprokes Gitter, Modell freier Elektronen, Bändermodell, Metalle und Isolatoren, Grundvorstellungen Supraleiter/Halbleiter, experimentelle Methoden der Festkörperphysik. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><u>Experimentelle Festkörperphysik 1:</u> Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><u>Experimentelle Festkörperphysik 2:</u> Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><u>Halbleiter- und Bauelementephysik:</u> Einführung der festkörperphysikalischen Besonderheiten von Halbleitern (Materialeigenschaften, Bandstruktur,</p>
----------------	--

	<p>Exzitonen, Dotierung, DC-Leitfähigkeit); Übergänge und Kontakte (p-n-übergang, Schottky-Kontakt, Ohmscher Kontakt, Heterostruktur-übergang); Feldeffekt, Tunneleffekt; Halbleiterbauelemente (Diode, Dipolartransistor, Feldeffekttransistor, Leuchtdiode, etc); Hochfrequenzeigenschaften und -bauelemente (Gunn-Effekt, Schottkydiode), Quantisierungseffekte und ihre Nutzung (Resonante Tunneliode, HEMT-Transistor, HBT-Transistor, etc.); Bauelementemodellierung und Schaltungsentwurf; Bauelemente auf Nicht-Standardhalbleitern (Graphen, Kohlenstoffröhren).</p> <p><u>Elektronik und Sensorik I:</u> Die Vorlesung Elektronik und Sensorik I bietet eine umfassende Einführung in die Grundlagen der Analog-Elektronik. Dabei werden die wichtigsten elektronischen Bauelemente und ihre Grundsaltungen behandelt. Einige Themenschwerpunkte sind: Passive Netzwerke, Grundlagen der Halbleiterdiode, Feldeffekt- und Bipolarer Transistor, Dioden- und Transistorschaltungen, Operationsverstärker, Schaltungssimulation.</p> <p><u>Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen:</u> Ausgewählte Kapitel der Quantentheorie (Sub-Bänder und niedrig-dimensionale Systeme, Quantenbox, Quantenpunkt, Quantenreflexion/Transmission/Tunneln, etc.), Materialien (Halbleiter-Heterostrukturen, Organische Halbleiter, Kohlenstoff-Nanoröhren und Fullerene, Graphen, Granulare Systeme, etc.), Fabrikations und Charakterisierungstechniken (Dünnschichttechniken, Nanostrukturierung, Selbstorganisation, Rasterkraftmikroskopie, etc.), Elektronischer Transport in Nanostrukturen (Streulängen, Diffusion, Dephasierung, Landauer-Formel, etc.), Einzelelektronentunneln und Bauelemente (Coulomb-Blockade, Einzelelektronentransistor, Coulomb-Oszillationen, etc.).</p> <p><u>Moderne Experimentelle Optik:</u> Optische Abbildung im Wellenbild; Abbildung und Fourier-Transformation; nichtkonventionelle linsenfreie Abbildungsmethoden (Nahfeldverfahren, Synthetische Apertur); Holographie; Kohärenz und Korrelation, Eigenschaften von Laserlicht; Tomographie; Kristall-Optik; negativer Brechungsindex; Metamaterialien; Transformationsoptik; "Tarnkappe" aus Metamaterial; Nichtlineare Optik</p> <p><u>Introduction to Quantum Many-Particle Theory:</u> many-particle states and operators; Hartree-Fock approximation, correlation (Part I); 2nd quantization, Fock space; pictures in quantum theory; linear response; Green's functions, equations of motion for Green's functions; perturbation theory; Dyson equations, irreducible functions; Hartree-Fock approximation, correlation (Part II), conserving approximations.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachbegriffe und wesentlich Konzepte der gewählten Spezialisierung korrekt wiedergeben und anwenden</li> <li>- konkrete Problemstellungen thematisch einordnen und mit den vermittelten Methoden analysieren</li> <li>- zu einer gegebenen Fragestellung weiterführende Informationen in Fachliteratur und Internet recherchieren</li> <li>- quantitative Methoden der gewählten Spezialisierung auf eine gegebene Problemstellung anwenden</li> <li>- wissenschaftliche Publikationen auf dem Gebiet der gewählten Spezialisierung erarbeiten und zusammenfassend wiedergeben</li> </ul>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ <i>Kürzel siehe Lehrveranstaltungen</i>
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	<p><u>Atomphysik 1:</u> Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Atomphysik 2:</u> Fortgeschrittene Atomphysik: Regelmäßig im Wintersemester</p> <p><u>Experimentalphysik 4a:</u> Kerne und Elementarteilchen: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Experimentalphysik 4b:</u> Festkörper: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Experimentelle Festkörperphysik 1:</u> Regelmäßig im Wintersemester</p> <p><u>Experimentelle Festkörperphysik 2:</u> Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Halbleiter- und Bauelementephysik:</u> Regelmäßig im Sommersemester</p>

	<p><u>Elektronik und Sensorik I</u>: Regelmäßig im Wintersemester</p> <p><u>Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen</u>: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Moderne Experimentelle Optik</u>: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Introduction to Quantum Many-particle Theory</u>: Unregelmäßig nach Ankündigung</p>
--	---

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
Atomphysik 1 (VATOM1)	V	2	3
Atomphysik 2: Fortgeschrittene Atomphysik (VATOM2)	V+Ü	2+1	4
Experimentalphysik 4a: Kerne und Elementarteilchen (VEX4A)	V+Ü	2+1	4
Experimentalphysik 4b: Festkörper (VEX4B)	V+Ü	2+1	4
Experimentelle Festkörperphysik 1 (VEXFP1)	V+Ü	2+1	6
Experimentelle Festkörperphysik 2 (VEXFP2)	V+Ü	2+1	6
Halbleiter- und Bauelementephysik (VHABAU)	V+Ü	2+1	4
Elektronik und Sensorik I (VELSEN)	V+Ü	2+1	4
Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen (VNANOEL)	V	2	3
Moderne Experimentelle Optik (VEXPO)	V	2	3
Introduction to Quantum Many-particle Theory (VIQMPT)	V+Ü	2+2	4



<b>BPHPC2</b>	<b>Statistische Thermodynamik und Kinetik</b>	<b>3 SWS</b>	<b>5 CP</b>
---------------	---	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Boltzmann und Quanten Statistiken; thermodynamische Größen als Funktion der Zustandssumme; Anwendung auf chemische Probleme; formale Kinetik; experimentelle Methoden; Reaktionsmechanismen; homogene und heterogene Katalyse; oszillierende Reaktionen
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden lernen die wichtigsten Grundlagen der statistischen Thermodynamik und der Kinetik 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.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ B.Sc. Chemie/ [P.4]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Physikalische Chemie 2	V+Ü	2+1
------------------------	-----	-----

Kürzel	Reaktionsmechanismen der organischen Chemie	5 SWS	8 CP
--------	---	-------	------

Anmerkungen	Keine
-------------	-------

Inhalte	<p>Substitutionsreaktionen: Einführung der Grundbegriffe, nukleophile Substitutionen am gesättigten Kohlenstoff, <math>S_N2</math>, <math>S_N1</math>, <math>S_{Ni}</math>, <math>S_{N2}'</math>. Radikalreaktionen: Radikalische Halogenierung und Dehalogenierung, Autoxidation, Barton McCornie Reaktion, Barton Reaktion, Radikalische Additionen.</p> <p>Cycloadditionen: Diels Alder Reaktion, photochemische und thermische [2+2] Cycloadditionen, Carbene, Cyclopropanierung, 1,3 dipolare Cycloadditionen, Ozonolyse. Elektrophile Additionen an C-C Doppelbindungen: Bromierung, Jodlactonisierung, Addition von HCl, H<sub>2</sub>O, ROH, Wagner Meerwein Umlagerung, Hydroborierung. Oxidationen: Epoxidierung mit alkalischem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, mit Persäuren, Sharpless Epoxidierung, Dihydroxylierung mit Osmiumtetroxid, asymmetrische Dihydroxylierung, Baeyer Villiger Oxidation, Oxidation von Alkoholen zu Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren. Eliminierungen: Baseninduzierte Eliminierungen (E2), säurekatalysierte Dehydratisierung (E1), Dehydratisierung von Aldolen als Beispiel für E1cB, thermische syn-Eliminierungen. Reduktionen: Katalytische Hydrierung von Alkenen und Alkinen, Reduktion mit elementaren Metallen, Reduktion mit komplexen Metallhydriden. Nukleophile Additionen an Carbonylverbindungen: O Nukleophile: Hydrate, Halbacetale, Acetale; N Nukleophile: Imine, Mannich Reaktion, Enamine, Hydrazone, Oxime; C Nukleophile: Cyanhydrine, Strecker Reaktion; Additions Eliminierungsreaktionen an Carbonsäurederivaten; Herstellung von Organometallverbindungen, Reaktionen von Organometallverbindungen mit Carbonylgruppen. Enole und Enolate: Enole als Nukleophile: Bromierung von Ketonen, Enamin Alkylierung, <math>\alpha</math> Acidität von Carbonylverbindungen, Alkylierung von Acetessigestern und Malonestern, kinetisch kontrollierte Deprotonierung mit LDA, diverse Alkylierungsreaktionen. Aldolartige Reaktionen: Claisen Esterkondensation, Dieckmann Reaktion, Aldoladdition und kondensation, Knoevenagel Reaktion, stereoselektive Aldolreaktionen, Michael Reaktion, Robinson Annelierung, (Wittig und Wittig Horner Reaktion bei Bedarf). Vorstellung einer beispielhaften Naturstoffsynthese: z.B. E. J. Corey, Synthese von PG F<sub>2a</sub>.</p>
Kompetenzziele	Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe chemischer Reaktivität (z. B. Nukleophile, Elektrophile, Abgangsgruppen) und leiten mechanistische Modellvorstellungen aus kinetischen und stereochemischen Beobachtungen ab. Geführt durch das Ordnungsprinzip der Mechanismen erarbeiten sie sich die Namensreaktionen der Organischen Chemie und ihren präparativen Nutzen. Am Ende sind diese Reaktionen hinreichend bekannt und verstanden, um sie im Praktikum gefahrlos nutzen zu können und um einfache Probleme der Syntheseplanung selbstständig zu lösen. An ausgewählten Beispielen wird zudem aufgezeigt, wie aus klassischen Reaktionen moderne enantioselektive Methoden entwickelt werden konnten
Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel	14/ B.Sc. Chemie/ [O.2]
Verwendbarkeit/ Bereich	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Systeme
Turnus	Regelmäßig im Wintersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS
--------------------------------	-----	-----

Organische Chemie II	V+Ü	4+1
----------------------	-----	-----

CHEMBIO1	Chemische Biologie I	3 SWS	5 CP
----------	----------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Bausteine und Strukturen von DNA/RNA; Wechselwirkungen mit DNA/RNA; Festphasensynthese (modifizierter) DNA und RNA; Nukleinsäure Chips; Enzyme zur Prozessierung von DNA; DNA Replikation, Transkription (und deren Regulation); Klonieren; diverse Trennungsmethoden für DNA/RNA/Proteine; Blotting; PCR; FRET; Molekulare Beacons; Sanger Sequenzierung; Dideoxysequenzierung; Deep Sequencing; DNA Schmelzpunkte; DNA stains ; Bausteine und Strukturen von Proteinen; Festphasensynthese von Peptiden; Native Chemical Ligation; Translation; Fusionsproteine; Proteinreinigung; Bausteine von Kohlenhydraten; Kohlenhydratsynthesen; Schutzgruppenstrategien
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden erhalten ein elementares Verständnis der Bausteine und Strukturen der drei Naturstoffklassen Nukleinsäuren, Proteine und Kohlenhydrate und können Vorschläge zu deren chemischer und biologischer Synthese machen. Sie verstehen ferner ausgewählte Methoden zu deren Analyse und Modifikation und sind in der Lage, diese auf gegebene Fragestellungen anzuwenden.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ B.Sc. Chemie/ [O.4]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

OC III – Chemische Biologie	V+Ü	2+1
-----------------------------	-----	-----

VMSDA	Modern Statistical Data Analysis for Practitioners	4 SWS	5 CP
-------	--	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	We introduce the basics of probability theory, classical statistics, and classical error analysis (p-values, confidence intervals), which serves as the starting point to explore modern methods of statistics (Maximum Likelihood, Bayes). We use these methods to extract information from noisy data through (non-)linear parameter estimation (fitting) and model comparison. We show how to analyse data containing dynamical information by time series analysis (correlation functions, error analysis) and Markov-Chain models and kinetic models described by rate equations.
<b>Kompetenzziele</b>	The overarching goal is to equip the students with the necessary statistical tools to extract information from noisy data reliably and with quantified uncertainties. The students should be able to identify the common pitfalls of statistical data analysis in their own work and be able to critically assess the quality of published data and statistical analyses. These goals will be practiced in the practical course on real world examples.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VMSDA
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik/Nat.wis. Vertiefung und M.Sc. Biophysik/Theorie
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig nach Ankündigung

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Modern Statistical Data Analysis for Practitioners	V+Ü	2,5+1,5
--	-----	---------

<b>VDFT</b>	<b>Density Functional Theory</b>	<b>3 SWS</b>	<b>5 CP</b>
-------------	----------------------------------	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Hohenberg-Kohn theorem, interacting v-representability, spin/current-density functional theory, Kohn-Sham equations, noninteracting v-representability, exact exchange, virial theorems, adiabatic connection, local density approximation (LDA), (meta) generalized gradient approximation, LDA+U, orbital-dependent functionals, relativistic density functional theory (optionally: time-dependent density functional theory).
<b>Kompetenzziele</b>	In this module students are trained for doing research in the field of computational electronic structure theory. Both the complete theoretical background of one of the standard methods in this field, density functional theory, and more practical aspects are covered. In particular, students learn to distinguish the various aspects of electron correlation. Prototype results from a variety of fields illustrate the merits and limitations of density functional theory. As a result of this course, students understand the significance and implications of various approximations and are able to operate standard density functional codes. Students are ready for pursuing a bachelor's or master's project in this field.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VDFT
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig nach Ankündigung

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Density Functional Theory	V	3
---------------------------	---	---

VSELFORG	Self-Organization: Theory and Simulations	6 SWS	3 CP
----------	---	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	The course will be a combination of lectures on complex system theory with a focus on self-organization, together with a computer lab. The lectures will treat topics like pattern formation in reaction-diffusion systems, opinion dynamics, swarm intelligence, Darwinian evolution and cognitive system theory. An introduction to dynamical system theory will be given, including bifurcation theory, chaos and dissipative systems. In the computer lab an introduction to programming in general will be given and students are expected to write their own codes and to perform then a series of simulations for self-organizing systems.
<b>Kompetenzziele</b>	To comprehend the basics of the complex system theory and the principles leading to self-organizing processes in physics and nature. Both an analytic and mathematical understanding and the capability to perform numerical simulations and experiments testing the respective phenomena.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VSELFORG
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig nach Ankündigung

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Self-Organization: Theory and Simulations	V+Ü	4+2
---	-----	-----

<b>Kürzel</b>	<b>Moderne Oberflächenchemie</b>	<b>4 SWS</b>	<b>5 CP</b>
---------------	----------------------------------	--------------	-------------

<b>Anmerkungen</b>	Keine
--------------------	-------

<b>Inhalte</b>	Definition von Oberflächen; Herstellung von Oberflächen (insbesondere von kristallographisch hochdefinierten Oberflächen); grundsätzliche physikalische Eigenschaften von Oberflächen; Rekonstruktion und Reorganisation; mikroskopische Charakterisierung (insbesondere Sondenmikroskopie); Adsorbatbildung; Triebkraft; Unterscheidung Physisorption / Chemisorption; charakterisierung von Bindungsenergien; Messung von Bedeckung en: optische, thermische und mechanische Methoden; Elektronenspektroskopien (Auger, EXAFS, NEXAFS); Elektronenbeugung; Infrarotspektroskopie an Oberflächen: Auswahlregeln und Aussagemöglichkeiten; Beispiele aus der Katalyse, der Korrosionsforschung, Bio Interfaces etc.
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über die Eigenschaften von und Prozesse an Oberflächen. Sie erlernen die wichtigsten Methoden zur Charakterisierung von Oberflächen und können die Triebkräfte und Effekte der Adsorbatbildung beschreiben. Zudem wird die Bedeutung von Oberflächeneffekten für verschieden e technische Prozesse (wie Katalyse, Korrosion und Adhäsion) erkannt.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [CW-AAC.5]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Moderne Oberflächenchemie	S	4
---------------------------	---	---

BPMWPS1	Vertiefung: Methoden der Biophysik	4–8 SWS	6–12 CP
---------	------------------------------------	---------	---------

<b>Anmerkungen</b>	<p>Wegfall der Veranstaltungen „Angewandte Elektronik für die Laborpraxis“ und „Spektralanalyse physiologischer Signale“.</p> <p><u>Zukünftig</u> erhalten alle Studierende nach Abschluss der Veranstaltung „Fortgeschrittene Chemische Biologie“ 5 anstatt der vorherigen 4 CP.</p> <p><u>Zukünftig</u> erhalten alle Studierende nach Abschluss der Veranstaltung „Fortgeschrittene Chemische Biologie – Praktikum“ 6 anstatt der vorherigen 4 CP.</p> <p>Vorlesung und Praktikum „Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung“ können nur gemeinsam belegt werden.</p>
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Fortgeschrittene Chemische Biologie:</u> Fortgeschrittene Aspekte der DNA/RNA- und Proteinsynthese und -analytik; moderne diagnostische und spektroskopische Methoden zur Untersuchung der Biopolymere und zum Verständnis ihrer Funktion; DNA-Analoga und deren Herstellung; Antisense-Strategie; RNA-Interferenz; miRNAs; Antagomirs; RNA splicing; RNA editing; Aptamere; Ribozyme; Riboswitches; Ladungstransport in DNA; DNA-Reparatur; Photoschäden von Nucleinsäuren und deren Reparatur; nucleic acid structural probing (SHAPE, footprinting, RNase digest); Polyketide; Proteine mit nichtnatürlichen Aminosäuren.</p> <p><u>Fortgeschrittene Chemische Biologie – Praktikum:</u> Grundlegende Methoden der Manipulation und Charakterisierung von DNA und Proteinen; Proteinexpression; Zellkultur- und Ligandenbindungsstudien. Ein Seminar begleitet das Praktikum zur Vor- und Nachbereitung.</p> <p><u>Chemische Biologie:</u> Schwerpunktthemen sind Methoden und Prinzipien, die in der Forschung auf dem Gebiet der Chemischen Biologie in Frankfurt eine Rolle spielen oder von besonderer Wichtigkeit sind, zum Beispiel DNA und RNA Faltung; Ligandenbindung; Cofaktoren; DNA Strukturen; Proteinstruktur und Proteinfaltung; Funktion von DNA, RNA und Proteinen in der Zelle; Multienzymproteine.</p> <p><u>Vorlesung Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</u> Die Vorlesungen werden eine Übersicht über die Grundlagen der Transmissionselektronenmikroskopie geben und verschiedene Präparationsmethoden für biologische Proben darstellen. Weiterhin werden grundlegende Bildverarbeitungsmethoden mit einem Schwerpunkt auf Strukturaufklärung mittels Elektronentomographie diskutiert. Nur zusammen mit dem Praktikum absolvierbar.</p> <p><u>Praktikum Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung:</u> In den Praktika werden die Studierenden in kleinen Gruppen von maximal 3 Studierenden arbeiten. Es werden Negativkontrastierungs- und Kryoxationsmethoden eingeübt. Der Prozess der Ultramikrotomie mittels Diamantmessern wird demonstriert und die Studierenden werden selbstständig Ultradünnschnitte erstellen. Die Studierenden werden Bilder ihrer zum Teil zuvor selbst hergestellten Proben an Transmissionselektronenmikroskopen der modernsten Generation aufnehmen. Abschließend werden tomographische Daten im Computer rekonstruiert und die weiteren Bildverarbeitungsschritte an Beispielen diskutiert. Nur zusammen mit der Vorlesung absolvierbar.</p> <p><u>Biochemische Methoden in der Biophysik:</u> 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 (Tags, chemische Label, Isotopenlabel, künstliche Aminosäuren); biochemisch</p>
----------------	---



	<p>relevante Datenbanken und Software</p> <p><u>Biomolekulare Dynamik — Messmethoden und Anwendungen von Femtosekunden bis Sekunden:</u> Experimentelle Methoden werden vorgestellt aus den Bereichen: Ultrakurzzeitspektroskopie; nichtlineare Laserspektroskopie; Einzelmolekülspektroskopie; Einzelmolekülmikroskopie; Kraftmikroskopie; Optische Pinzetten; zeitaufgelöste NMR-Spektroskopie; Massenspektrometrie; zeitaufgelöste Röntgenbeugung, Kristallographie und Elektronenbeugung. Der Informationsgehalt der verschiedenen Experimente wird anhand wichtiger Beispiele erläutert. Diese umfassen unter anderem: Protonentransfer; Bruch und Bildung chemischer Bindungen; Katalysatoren; Bildung transientser Strukturen in Flüssigkeiten; Energietransfer in Molekülen; Proteinfaltung; Enzymfunktion; Photorezeptoren; Molekulare Motoren; Photosynthese.</p> <p><u>Elektrophysiologie:</u> 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><u>Infrarotspektroskopie an Biomolekülen:</u> Theoretische Grundlagen der Infrarotspektroskopie, praktische Ausführung der modernen Infrarotspektroskopie, Probenformen für die Infrarotspektroskopie, experimentelle und theoretische Zuordnung von Infrarotsignalen, Beispiele für die Infrarotspektroskopie in den Lebenswissenschaften oder in der Biotechnologie. Übungsaufgaben sind in die Vorlesung integriert.</p> <p><u>Laser- und Optoelektronik:</u> Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder, Fourier-Transformationen, zeitliche und räumliche Wellenausbreitung, Gauß-Strahlen, geometrische Optik, optische Resonatoren, Wellendispersion. Lasergrundlagen: Strahlende Übergänge, spektrale Verbreiterung, Verstärkungssättigung, Dauerstrich- und gepulster Laserbetrieb, Modenkopplung, verschiedene Lasertypen (Gas, Festkörper, Farbstoff), Halbleiterlaser. Nichtlineare Optik: Oberwellenerzeugung, Phasenanpassung, elektrooptische Modulation, Selbstphasenmodulation, Messung optischer Pulse, Detektion optischer Strahlung.</p>
<p><b>Kompetenzziele</b></p>	<p>Das Modul ermöglicht eine weitergehende fachliche Spezialisierung zu experimentellen und theoretischen biophysikalische Arbeitsmethoden durch eine Reihe von vertiefenden Lehrveranstaltungen, aus denen die Studierenden geleitet von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse des Masterprojekts auswählen. Diese Lehrveranstaltungen bauen auf den Inhalten der Pflicht- und Wahlpflichtmodule des Bachelor- bzw. Masterstudiengangs auf und vermitteln weitere und vertiefende Kenntnisse zur Herstellung eigener biophysikalischer Versuchsaufbauten und Proben, sowie der Untersuchung dieser Proben hinsichtlich ihrer spektroskopischen, strukturellen und dynamischen Eigenschaften.</p> <p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Funktionsprinzipien der vorgestellten Methoden im Detail erläutern</li> <li>– typische Anwendungsfälle der vorgestellten Methoden benennen und diskutieren</li> <li>– für eine gegebene Fragestellung eine geeignete Methode oder sinnvolle Kombinationen mehrerer Methoden auswählen</li> <li>– Vor- und Nachteile einer Methode im Vergleich mit möglichen</li> </ul>

	<p>anderen abwägen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitationen einer Methode erkennen</li> <li>- mit einer Methode gewonnene Ergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Limitationen zu bewerten</li> </ul>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	<p>13/ B.Sc. Biophysik</p> <p><u>Fortgeschrittene Chemische Biologie</u>: 14/ M.Sc. Chemie/ [CW-OCCB.4]</p> <p><u>Fortgeschrittene Chemische Biologie – Praktikum</u>: 14/ M.Sc. Chemie/ [CW-OCCB.5]</p> <p><u>Chemische Biologie 2</u>: 14/ B.Sc. Chemie/ [V.2a]</p> <p><u>Laser- und Optoelektronik</u>: 13/ B.Sc. Physik/ VLASOPT</p>
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	<p><u>Fortgeschrittene Chemische Biologie</u>: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Fortgeschrittene Chemische Biologie – Praktikum</u>: Jährlich nach Ankündigung</p> <p><u>Chemische Biologie 2</u>: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</u>: Regelmäßig im Wintersemester</p> <p><u>Biochemische Methoden in der Biophysik</u>: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Biomolekulare Dynamik</u>: Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Elektrophysiologie</u>: Unregelmäßig nach Aushang</p> <p><u>Infrarotspektroskopie an Biomolekülen</u>: Unregelmäßig nach Aushang</p> <p><u>Laser- und Optoelektronik</u>: Regelmäßig im Wintersemester</p>

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Fortgeschrittene Chemische Biologie	V+Ü	2	5
Fortgeschrittene Chemische Biologie – Praktikum	S+P	0,5+3,5	5+1
Chemische Biologie 2	S	2	4
Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung	V+Ü	1	1,5
Einführung in die Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung	P	1	1,5
Biochemische Methoden in der Biophysik	V	2	3
Biomolekulare Dynamik	V	2	3
Elektrophysiologie	V	2	3
Infrarotspektroskopie an Biomolekülen	V+Ü	2	3
Laser- und Optoelektronik	V	2	3

ZMNEUBIO	Zelluläre und Molekulare Neurobiologie	4 SWS	6 CP
----------	--	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Das Praktikum des Herkunftsmoduls „Zelluläre und Molekulare Neurobiologie“ [2.1] des Studiengangs M.Sc. Biochemie ist <u>kein</u> Teil dieses Importmoduls.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p>Vorlesung: Geschichte der Neurowissenschaften, Aufbau des menschlichen Gehirns, Zellen des Nervensystems, Struktur und Funktion von Nervenzellen, Kompartimente von Neuronen, neuronales Zytoskelett und Transport in Neuronen, Strukturprinzipien einfacher Nervensysteme. Elektrische Eigenschaften von Neuronen, Nernstpotential, Kabeltheorie, passive und aktive elektrische Eigenschaften der neuronalen Membran, räumliche und zeitliche Summation, Aktionspotential, Elektrophysiologie. Spannungsgesteuerte Ionenkanäle, Strukturen und Funktion. Elektrische und chemische Synapsen, synaptische Plastizität, Neurotransmitter, Neuropeptide. Optogenetische Methoden. Präsynaptische Strukturen und Mechanismen der Neurotransmitterfreisetzung. SNAREs, synaptische Vesikel und deren „Zyklus“. Postsynaptische Organisation und Mechanismen. Postsynaptische Plastizität, mRNA Transport in Dendriten, lokale Translation. Metabotrope und ionotrope (nAChR, P2XR, AMPAR, NMDAR) Transmitter Rezeptoren, Chemorezeptoren, Strukturen und Funktion, 2nd Messenger und Kinasekaskaden. Sinnesrezeptorzellen (mechano-, chemo-, photo-, nozi-) und Rezeptoren, Verarbeitung sensorischer Signale im Gehirn. Olfaktorisches System. Thermorezeption. Neuronale Entwicklungsbiologie, Morphogenese, Axogenese und Zielführung, Zellspezifität der Synapsenbildung. Höhere Hirnfunktionen, Neuromodulatorische Systeme, Emotion, Hirnrhythmen, Epilepsie, Schlaf, Lernen, Gedächtnis, Belohnungssystem, Hippocampus, LTP und LTD.</p> <p>Seminar: Im Literaturseminar wird aktuelle Originalliteratur aus der zellulären und molekularen Neurobiologie des letzten Jahres, mit Bezug zu den Themen der Vorlesung, anhand eines Seminarvortrags vorgestellt (einzelne Studenten, oder Zweiergruppen), im Plenum diskutiert und bewertet. Auch spezielle Methoden in der Neurobiologie werden vermittelt.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Nach Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Mechanismen elementarer Nervensystemfunktionen, sowie höherer Hirnfunktionen bei Menschen und Säugetieren widerzugeben und zu unterscheiden. Basierend auf diesem Wissen können sie eigene Fragestellungen entwickeln und diese mit Hilfe von Forschungsliteratur bearbeiten.</li> <li>– aktuelle Forschungsliteratur der zellulären und molekularen Neurobiologie zu verstehen und kritisch zu bewerten, Originalarbeiten in einem Vortrag dem Fachpublikum zu erläutern und kritisch zu diskutieren.</li> </ul>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Biochemie/ [2.1]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	Vorlesung: Regelmäßig im Wintersemester Seminar: Regelmäßig im Sommersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Zelluläre und Molekulare Neurobiologie	V	2	3
Literaturseminar zu aktuellen Themen aus der zellulären und molekularen Neurobiologie	S	2	3

BPMWPS2	Vertiefung: Systeme der Festkörperphysik	5—6 SWS	CP
---------	--	---------	----

<b>Anmerkungen</b>	Änderung der CP-Zahl im Herkunftsstudiengang. <u>Zukünftig</u> erhalten Studierende nach Abschluss der Lehrveranstaltungen „Experimentelle Festkörperphysik 1“ und „Experimentelle Festkörperphysik 2“ jeweils 6 anstatt der vorherigen 4 CP.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Experimentalphysik 4b:</u> Festkörper: Einführung: Grundlagenforschung an Festkörpern und Festkörper in der technischen Anwendung, Chemische Bindung, Aufbau kristalliner Festkörper, Streuung an periodischen Strukturen, reziprokes Gitter, Modell freier Elektronen, Bändermodell, Metalle und Isolatoren, Grundvorstellungen Supraleiter/Halbleiter, experimentelle Methoden der Festkörperphysik. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><u>Experimentelle Festkörperphysik 1:</u> Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><u>Experimentelle Festkörperphysik 2:</u> Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.</p> <p><u>Halbleiter- und Bauelementephysik:</u> 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, Dipolartransistor, Feldeffekttransistor, Leuchtdiode, etc); Hochfrequenzeigenschaften und -bauelemente (Gunn-Effekt, Schottkydiode), Quantisierungseffekte und ihre Nutzung (Resonante Tunneldiode, HEMT-Transistor, HBT-Transistor, etc.); Bauelementemodellierung und Schaltungsentwurf; Bauelemente auf Nicht-Standardhalbleitern (Graphen, Kohlenstoffröhren).</p> <p><u>Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen:</u> Ausgewählte Kapitel der Quantentheorie (Sub-Bänder und niedrig-dimensionale Systeme, Quantenbox, Quantenpunkt, Quantenreflexion/Transmission/Tunneln, etc.), Materialien (Halbleiter-Heterostrukturen, Organische Halbleiter, Kohlenstoff-Nanoröhren und Fullerene, Graphen, Granulare Systeme, etc.), Fabrikations- und Charakterisierungstechniken (Dünnschichttechniken, Nanostrukturierung, Selbstorganisation, Rasterkraftmikroskopie, etc.), Elektronischer Transport in Nanostrukturen (Streulängen, Diffusion, Dephasierung, Landauer-Formel, etc.), Einzelelektronentunneln und Bauelemente (Coulomb-Blockade, Einzelelektronentransistor, Coulomb-Oszillationen, etc.).</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Das Modul vertieft und erweitert die Kenntnisse zu typischen Untersuchungsobjekten der Festkörperphysik in kompakten Lehrveranstaltungen, aus denen die Studierenden geleitet von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse von Forschungs- und Laborpraktikum sowie des Masterprojekts auswählen.</p> <p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– typische Untersuchungsobjekte der Festkörperphysik benennen</li> <li>– wichtige Untersuchungsmethoden für Festkörper benennen und die Funktionsweise erläutern</li> <li>– die Eigenschaften von Festkörpern mit deren atomarer Struktur in</li> </ul>

	<p>Zusammenhang bringen und quantitative erklären</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Abhängigkeit der Festkörpereigenschaften von äußeren Parametern erläutern</li> <li>– Anwendungsfelder von wichtigen Festkörperklassen (Halbleitern, Supraleitern, optische Materialien, etc.) benennen</li> </ul>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ <i>Kürzel siehe Lehrveranstaltungen</i>
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	<u>Experimentalphysik 4b</u> : Festkörper: Regelmäßig im Sommersemester <u>Experimentelle Festkörperphysik 1</u> : Regelmäßig im Wintersemester <u>Experimentelle Festkörperphysik 2</u> : Regelmäßig im Sommersemester <u>Halbleiter- und Bauelementephysik</u> : Regelmäßig im Sommersemester <u>Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen</u> : Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
---------------------------------------	------------	------------	-----------

Experimentalphysik 4b: Festkörper (VEX4B)	V+Ü	2+1	4
Experimentelle Festkörperphysik 1 (VEXFP1)	V+Ü	2+1	6
Experimentelle Festkörperphysik 2 (VEXFP2)	V+Ü	2+1	6
Halbleiter- und Bauelementephysik (VHABAU)	V+Ü	2+1	4
Elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen (VNANOEL)	V	2	3

BPMWPS3	Vertiefung: Biologische Systeme	4–8 SWS	6–12 CP
---------	---------------------------------	---------	---------

<b>Anmerkungen</b>	<p><u>Voraussichtlich</u> Wegfall der Vorlesungen „Zelluläre Biochemie“, „Molekulare und angewandte Mikrobiologie“, „RNA-Biologie“, „Genomfunktion und Genregulation“, Pflanzliche Biochemie“ und „Prinzipien der molekularen Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme“ durch Verschiebung in ein neues Importmodul aus der Biochemie.</p> <p><u>Voraussichtlich</u> Wegfall der Vorlesung „Membrane Biology“ durch Verschiebung in ein neues Importmodul aus der Biochemie.</p>
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung:</u> Grundlagen der Thermodynamik für offene Systeme; Grundlagen der Gewinnung chemischer Energie aus Spaltungsreaktionen; Grundlagen der Photosynthese; Strukturen, Funktion und Reaktionsmechanismen von ATPasen; Aufbau und Funktion der Atmungskette; Grundlagen von molekularen Motoren; Grundlagen der Biolumineszenz; Struktur, Funktion und Dynamik von Retinalproteinen.</p> <p><u>Strahlen- und Umweltbiophysik:</u> 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><u>Ökotoxikologie:</u> Eintragspfade von Schadstoffen in Ökosysteme, Verhalten von Schadstoffen in Umweltkompartimenten, Langstreckentransport von Chemikalien, Persistenz und abiotische Umwandlung, Toxikokinetik und Toxikodynamik, Aufnahme und Akkumulation von Schadstoffen, Verteilung, Umwandlung und Ausscheidung durch Organismen, Charakterisierung von Vergiftungen, Wirkmechanismen und Dosis-Wirkungsbeziehungen, Biologische Testverfahren, Umweltrisikobewertung von Chemikalien, Grenzwerte und ihre Ableitung, Biomonitoring und Bioindikation, Fallbeispiele für Schadstoffwirkungen</p> <p><u>Einführung in die Humantoxikologie:</u> In der Vorlesung wird eine Einführung in alle Bereiche der Humantoxikologie gegeben. Neben den toxikologischen Grundlagen (Allgemeine Toxikologie; Teil 1 der Vorlesung) wird die Toxikologie wichtiger Organsysteme (Teil 2) und exemplarischer Substanzgruppen (Teil 3) als Grundlegung der Speziellen Toxikologie vermittelt. Im Teil 1 werden die Aufgaben der Toxikologie charakterisiert und Toxikodynamik und Toxikokinetik als die beiden Hauptdisziplinen der Toxikologie näher beleuchtet. Allgemeine Regeln der Wirkungscharakterisierung von Schadstoffen und der Beschreibung von Wirkungsmechanismen werden thematisiert. In der Toxikokinetik werden Gesetzmäßigkeiten von Aufnahme, Verteilung, Abbau und Ausscheidung toxischer Substanzen durch den menschlichen Organismus dargestellt. Schließlich sind die Toxizitätsbewertung gefährlicher Substanzen und die Behandlung von Vergiftungen weitere Themenkreise. Im Teil 2 werden toxische Wirkungen von Substanzen auf die Verdauungs- und Ausscheidungsorgane, das Blut und die blutbildenden Organe, das Immun- und Nervensystem (inkl. Sinnesorgane) sowie Haut und Lunge dargestellt. Besonders Augenmerk wird auf fruchtschädigende (teratogene), krebserregende (kanzerogene) und hormonähnliche (endokrine) Wirkungen von gefährlichen Stoffen gelegt. Im letzten Vorlesungsabschnitt werden exemplarisch unterschiedliche Substanzgruppen und ihre toxischen Wirkungen vorgestellt. Hierzu gehören neben den Metallen und Metalloiden auch aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, organische Stickstoffverbindungen, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ether, Phosphorsäureester, Carbamate und Alkylanzien.</p> <p><u>Zelluläre Biochemie:</u> Chaperon vermittelte Proteinfaltung; Proteinmissfaltung und Krankheiten; Prinzipien der proteasomalen Proteindegradation; Ubiquitinierung; Ubiquitin Proteasomweg; ER assoziierte Proteindegradation (ERAP); Protein translokation und sekretion; Insertionsmechanismen von Typ I, II, III Membranproteinen; alternative Wege der</p>
----------------	---

	<p>Membranproteininsertion; Pathobiochemie von ABC Transporter; Mechanismen der Signaltransduktion, G gekoppelte Rezeptoren; Rezeptor Tyrosinkinasen; Plasmamembranorganisation; Apoptose; Zellzyklusregulation</p> <p><u>Molekulare &amp; angewandte Mikrobiologie:</u> Im Vordergrund steht die Vermittlung der molekularen Basis der Adaptation von Mikroben an ihre Umwelt, die Signalerkennung und Signalweiterleitung bis hin zur Regulation von Transkription und Enzymaktivität.</p> <p><u>Membrane Biology:</u> Topics included are the diversity and design of lipids and membrane proteins, cellular organization of lipids, biogenesis of membrane proteins, membrane protein lipid interactions, the pathophysiology of membrane proteins, and contemporary methodology for studying structure, function, and dynamics of membrane proteins. The students will independently study selected research papers addressing one of these topics and discuss these in the following lecture.</p> <p><u>RNA-Biologie :</u> Inhalte dieser Vorlesung umfassen chemische Struktur und Konformation von RNA Bausteinen, Sekundär und Tertiärstruktur von RNA, regulatorische RNA Elemente in Prokaryoten, RNA basierte Mechanismen in Eukaryoten, Struktur und Funktion von RNA basierten molekularen Maschinen am Beispiel vom Ribosom und Spleißosom.</p> <p><u>Genomfunktion &amp; Genregulation:</u> Molekulargenetik und Molekularbiologie von archaealen und bakteriellen Modellarten. Genom und Regulation der Genexpression auf unterschiedlichen Ebenen, Stoffwechselregulation. Moderne Methoden der Molekulargenetik, Molekularbiologie, Biochemie, Mikrobiologie und Zellbiologie.</p> <p><u>Pflanzliche Biochemie:</u> Die Vorlesung befasst sich mit der Biochemie der Chloroplasten, Stoffwechselflüssen und ihrer Regulation, sowie der Bioenergetik photosynthetischer Organismen.</p> <p><u>Molekulare Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme:</u> Die Veranstaltungen beinhalten die Zellbiologie höherer Eukaryoten mit Fokus auf die Themengebiete intrazellulärer Stofftransport und Membranbiologie, sowie die zelluläre Biochemie von Eukaryoten am Beispiel von Säugerzellen, Hefen und Pflanzen. Spezielle Schwerpunkte sind der Signaltransport und seine Spezifitäten in den verschiedenen Systemen, der Proteintransport in Zellen von der Synthese bis zum Abbau, Stoffflüsse in der Zelle und über die Membran, und Organell und Proteinkomplexdynamik.</p>
<p><b>Kompetenzziele</b></p>	<p>Das Modul bietet eine Ergänzung zu den Biologiemodulen des Bachelorstudiengangs mit Schwerpunkten bei Fragestellungen zum Stoffwechsel verschiedener Organismenklassen sowie bei ökologischen, toxikologischen Themen und molekularen, zellbiologischen und biochemischen Systemen. Aus den angebotenen Lehrveranstaltungen wählen die Studierenden gelehrt von ihren Interessen und im Hinblick auf die Erfordernisse von Forschungs- und Laborpraktikum sowie der Masterarbeit aus.</p> <p>Nach der Absolvierung des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die evolutionäre, strukturelle und chemische Vielfalt biologischer Systeme überblicken und Systeme einordnen</li> <li>– wichtige Eigenschaften der besprochenen biologischen Systeme benennen</li> <li>– Triebkräfte von Veränderungen in biologischen Systemen benennen</li> <li>– in den Lehrveranstaltungen besprochene abstrakte Konzepte an konkreten biologischen Systemen anwenden</li> <li>– die zeitliche Entwicklung eines biologischen Systems und seine Reaktion auf äußere Einflüsse qualitativ beschreiben</li> <li>– energetische Größen bei Stoffwechselprozessen abschätzen</li> <li>– den theoretischen Hintergrund für experimentelle Untersuchungsmethoden biologischer Systeme erläutern</li> </ul>

<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Biophysik <u>Ökotoxikologie</u> : 15/ M.Sc. Ökologie und Naturschutz/ Öko-1-VS <u>Einführung in die Humantoxikologie</u> : 15 / M.Sc. Umweltwissenschaften/ UW-BÖ12 <u>Zelluläre Biochemie</u> : 14/ M.Sc. Biochemie/ [1.5] <u>Molekulare und angewandte Mikrobiologie</u> : 14/ M.Sc. Biochemie/ [2.25] <u>Membranbiologie</u> : 14/ M.Sc. Biochemie/ [2.2] <u>RNA-Biologie</u> : 14/ M.Sc. Biochemie/ [2.25] <u>Genomfunktion und Genregulation</u> : 14/ M.Sc. Biochemie/ [2.25] <u>Pflanzliche Biochemie</u> : 14/ M.Sc. Biochemie/ [2.25] <u>Prinzipien der molekularen Zellbiologie eukaryotischer</u> : 14/ M.Sc. Biochemie/ [2.25]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	<u>Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung</u> : Unregelmäßig nach Aushang <u>Strahlen- und Umweltbiophysik</u> : Regelmäßig im Sommersemester <u>Ökotoxikologie</u> : Regelmäßig im Wintersemester <u>Einführung in die Humantoxikologie</u> : Regelmäßig im Sommersemester <u>Membranbiologie</u> : Regelmäßig im Wintersemester <u>Prinzipien der molekularen Zellbiologie eukaryotischer Systeme am Beispiel von Transportprozessen</u> : Regelmäßig im Sommersemester <u>Restliche Vorlesungen</u> : Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
Biophysikalische Grundlagen biologischer Energiewandlung	V	2	3
Strahlen- und Umweltbiophysik	V+Ü	2	3
Ökotoxikologie	V	2	3
Einführung in die Humantoxikologie	V	2	3
Zelluläre Biochemie	V	2	3
Molekulare und angewandte Mikrobiologie	V	1	1,5
Membrane Biology	V	2	4
RNA-Biologie	V	1	1,5
Genomfunktion und Genregulation	V	1	1,5
Pflanzliche Biochemie	V	1	1,5
Prinzipien der molekularen Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme	V	1	1,5



Noch kein Kürzel	Infektions- und Pathobiologie	4–6 SWS	6–8 CP
------------------	-------------------------------	---------	--------

<b>Anmerkungen</b>	Das Seminar „Immunologie“ muss mit mindestens einer der beiden Vorlesungen kombiniert werden.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Molekulare Virologie:</u> Methoden der Virologie, Zelleintritt, intrazellulärer Transport, Partikelbildung, Kapsidstrukturen und Symmetrien, Replikationsstrategien, Antivirale Strategien, RNA Prozessierung, Reverse Transkription, Transposable Elemente, Virulenz, Epidemiologie, Evolution, Molekularbiologie von HIV, akute und latente Infektionen, Transformation, Onkogenese, Viren und Immunologie, virale Vektoren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Vermittlung der molekularen Mechanismen und Prinzipien.</p> <p><u>Tumorbiologie:</u> Biochemie onkogener Signalwege, epigenetische Veränderungen und Sequenz und Strukturveränderungen des menschlichen Genoms und deren tumorigenes Potential, Seneszenzausschaltung in Tumorzellen, pathologische Veränderungen der Proliferationskontrolle, der Zelldifferenzierung und Zellkommunikation, Bedeutung des Tumormikroenvironments, Immunerkennung und Immune Escape Mechanismen von Tumorzellen, Tumorpharmakologie, Zelltherapie von Krebserkrankungen, Antikörpertherapie von Krebs, Zukunftsperspektiven in der Krebstherapie.</p> <p><u>Immunologie:</u> Zellen und Organe des Immunsystems; angeborene Immunität; Komplementkaskade, Toll like Rezeptoren; Struktur und Applikationen von Antikörpern; Struktur und Funktion von MHC Molekülen und T Zell Rezeptoren; Antigen Prozessierung; Kreuzpräsentation; Entwicklung von B und T Zellen; positive und negative Selektion von B und T Zellen; Dendritische Zellen; Natürliche Killerzellen; Allergie, Autoimmunerkrankungen; Verlauf einer Immunantwort.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p><u>Molekulare Virologie:</u> Nach dem Besuch des Moduls verfügen die Studierenden über ein breites Grundlagenwissen zu den molekularen Vorgängen der viralen Vermehrung, viraler Erkrankungen und deren Therapiemöglichkeiten. Auf dieser Basis können sie aktuelle Entwicklungen und Debatten zu auftretenden Virusinfektionen und der Anwendung von Impfstoffen kompetent diskutieren und bewerten.</p> <p><u>Tumorbiologie:</u> Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der Entstehung von Tumorzellen und deren Wechselwirkung mit dem Immunsystem entwickelt. Auf dieser Grundlage können sie kritisch Stellung beziehen zur aktuellen Entwicklung von Präventions- und Früherkennungsprogrammen sowie aktuelle Therapiekonzepte kritisch beurteilen.</p> <p><u>Immunologie:</u> Nach Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über ein Grundlegendes Verständnis der verschiedenen Stufen einer Immunantwort. Dieses Wissen ermöglicht es den Studierenden, pathologische Zusammenhänge in der Immunologie nachzuvollziehen und dafür Lösungsvorschläge zu suchen.</p>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Biochemie/ [2.3]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Systeme
<b>Turnus</b>	<u>Molekulare Virologie und Tumorbiologie:</u> Regelmäßig im Wintersemester <u>Immunologie:</u> Regelmäßig im Sommersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Molekulare Virologie	V	2	2
Tumorbiologie	V	2	2
Immunologie	S	2	4

COMPDD	Computational Drug Design	4 SWS	5 CP
--------	---------------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Modulbeschreibung im Handbuch des M.Sc. Chemie als „Computerorientierte Medikamentenentwicklung“ [FW-N.4].
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	<p>Lecture: The theory and application of computational methods used in drug design and discovery are presented in an application-oriented way. For this purpose, different computational methods, such as docking, modeling, ligand-based approaches, bioinformatic approaches as well as molecular dynamics (MD) simulation-based methods, are introduced. Their applications in drug design will be discussed with numerous examples from published scientific literature. Furthermore, for each method the widely used software will be introduced and exercises utilising this software are integrated into the lectures.</p> <p>Practical course: During the practical part, the individual methods are applied to simple problems of drug design. The topics offer a wide variety of computational methods spanning theoretical biophysics, biochemistry, and medicinal chemistry.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	The goal of this module is to introduce the students to the modern computational tools widely used for drug design. Students understand the theory, application, and limitations of each method and would be able to use them for specific projects. Through the focus on sample programs, students learn how to use computational methods in different projects.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ M.Sc. Biophysik
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Computational Drug Design	V	2	3
Computational Drug Design	P	2	2

NMDEQ	Numerical methods for differential equations and applications	4 SWS	6 CP
-------	---	-------	------

Anmerkungen	
-------------	--

<b>Inhalte</b>	<p>This course provides an introduction to numerical approaches to solve ordinary and partial differential equations, and the study of convergence.</p> <p>We present the following methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finite Difference approximations for Boundary Value Problems</li> <li>- Taylor and Runge-Kutta Methods for Initial Value Problems</li> </ul> <p>We also provide a general introduction to differential equations and show some analytical approaches (general solutions, existence, uniqueness). In particular, we focus on differential equations which are important for the description of biological systems, such as populations dynamics, epidemiology and infectious diseases models, predator-prey systems, growth of micro-organisms, chemotaxis, and patterns formation.</p> <p><i>Structure</i></p> <p>The course consists of lectures and computer exercises. In the lecture the theoretical basis is presented. In the computer exercises the students will learn to implement the different numerical schemes themselves, and explore mathematical modeling approaches for biological systems.</p> <p>Implementation of code will be done in Matlab.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p><i>Primär:</i> Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse in der Programmiersprache Matlab. Sie werden nach Absolvierung des Kurses in der Lage sein sowohl gewöhnliche als auch partielle Differentialgleichungen numerisch unter Verwendung verschiedener Methoden zu lösen und wissen, welche Methode in welchen Fällen sinnvoll verwendet werden kann. Den Studierenden werden Kenntnisse über Modellierungsansätze für verschiedene biologisch relevante Systeme (Populationsdynamiken, Epidemiologie und Infektionsmodellen, Räuber-Beute Systemen, mikrobielles Wachstum, Chemotaxis und Musterbildung) beigebracht.</p> <p><i>Sekundär:</i> Studenten lernen Techniken, mit denen es ihnen möglich sein wird Hypothesen mathematisch zu formulieren und Modelle mit dem Computer zu untersuchen. Für Bachelor- wie auch Masterabschlussarbeiten ist es sinnvoll experimentelle Arbeiten formalisieren zu können.</p>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ M.Sc. Biophysik
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. Biophysik / Nat.wiss. Vertiefung und M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
---------------------------------------	------------	------------	-----------

Numerical methods for differential equations and applications	V+Ü	3+1	6
---	-----	-----	---

## Noch nicht zugelassene Module

Noch kein Kürzel	Molekulare Biowissenschaften	SWS	CP
------------------	------------------------------	-----	----

<b>Anmerkungen</b>	<p>Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich.</p> <p>Dieses Modul aus dem Studiengang Biochemie fasst jetzt Lehrveranstaltungen zusammen, die bislang noch im WP-Sammelmodul „Vertiefung: Biologische Systeme“ BPMWPS3 enthalten sind.</p>
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Entwicklungsbiologie &amp; Genetik:</u> In der Veranstaltung werden Aspekte der Entwicklungsbiologie sowie der klassischen und molekularen Genetik der Pilze behandelt. Spezielle Schwerpunkte sind die genetischen Grundlagen der vegetativen und sexuellen Entwicklung, der Alterung sowie der Interaktionen von Pilzen mit Pflanzen und Tieren. Darüber hinaus werden Konzepte zur Verwendung von biologischen Modellsystemen und die Translation von Erkenntnissen auf höhere Systeme vermittelt.</p> <p><u>Genomfunktion &amp; Genregulation:</u> Molekulargenetik und Molekularbiologie von archaealen und bakteriellen Modellarten. Genom und Regulation der Genexpression auf unterschiedlichen Ebenen, Stoffwechselregulation. Moderne Methoden der Molekulargenetik, Molekularbiologie, Biochemie, Mikrobiologie und Zellbiologie.</p> <p><u>Molekulare &amp; angewandte Mikrobiologie:</u> Im Vordergrund steht die Vermittlung der molekularen Basis der Adaptation von Mikroben an ihre Umwelt, die Signalerkennung und Signalweiterleitung bis hin zur Regulation von Transkription und Enzymaktivität.</p> <p><u>Pflanzliche Biochemie:</u> Die Vorlesung befasst sich mit der Biochemie der Chloroplasten, Stoffwechselflüssen und ihrer Regulation, sowie der Bioenergetik photosynthetischer Organismen.</p> <p><u>RNA-Biologie :</u> Inhalte dieser Vorlesung umfassen chemische Struktur und Konformation von RNA Bausteinen, Sekundär und Tertiärstruktur von RNA, regulatorische RNA Elemente in Prokaryoten, RNA basierte Mechanismen in Eukaryoten, Struktur und Funktion von RNA basierten molekularen Maschinen am Beispiel vom Ribosom und Spleißosom.</p> <p><u>Biosynthese von Naturstoffen:</u> In diesem Modul erhalten die Studierenden eine funktionelle Übersicht über Sekundärstoffe. Ein Schwerpunkt liegt auf den Biosynthesewegen, die zu Polyketiden und Peptiden, aber auch zu anderen Naturstoffklassen (Alkaloide, Terpene, Phenylpropanoide) führen. Dabei wird auf typische Reaktionsabläufe exemplarisch eingegangen. Weitere Inhalte sind Genklonierungen und genetische Stoffwechselmodifikationen in verschiedenen Organismen.</p> <p><u>Molekulare Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme:</u> Die Veranstaltungen beinhalten die Zellbiologie höherer Eukaryoten mit Fokus auf die Themengebiete intrazellulärer Stofftransport und Membranbiologie, sowie die zelluläre Biochemie von Eukaryoten am Beispiel von Säugerzellen, Hefen und Pflanzen. Spezielle Schwerpunkte sind der Signaltransport und seine Spezifitäten in den verschiedenen Systemen, der Proteintransport in Zellen von der Synthese bis zum Abbau, Stoffflüsse in der Zelle und über die Membran, und Organell und Proteinkomplexdynamik.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	Die Studierenden werden nach Abschluss dieses Moduls ein Spektrum von speziellen Aspekten der pflanzlichen Biochemie, Mikrobiologie und Molekularbiologie überblicken. Dieses Spezialwissen hilft den Studierenden bei der Anfertigung von Seminararbeiten und bei der Suche nach einem Forschungsfeld.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Biochemie/ [2.25]

<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	Entschluss des Prüfungsausschusses
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
Entwicklungsbiologie & Genetik	V	1	1,5
Genomfunktion & Genregulation	V	1	1,5
Molekulare und angewandte Mikrobiologie	V	1	1,5
Pflanzliche Biochemie	V	1	1,5
RNA-Biologie	V	1	1,5
Biosynthese von Naturstoffen	V	1	1,5
Molekulare Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme	V	1	1,5

Noch kein Kürzel	Membranbiologie	3 SWS	5 CP
------------------	-----------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	<p>Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich.</p> <p>Die Vorlesung (ohne Seminar) aus diesem Modul ist auch Bestandteil des WP-Sammelmoduls „Vertiefung: Biologische Systeme“ BPMWPS3.</p>
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p>In this module we discuss biological membranes from the perspective of their main constituents: lipids and proteins. Each lecture combines both theory as well as related practical aspects for studying membrane lipids and proteins. Recent literature is discussed. The seminar will highlight most recent developments in membrane biology.</p> <p><u>Lecture:</u> Topics included are the diversity and design of lipids and membrane proteins, cellular organization of lipids, biogenesis of membrane proteins, membrane protein lipid interactions, the pathophysiology of membrane proteins, and contemporary methodology for studying structure, function, and dynamics of membrane proteins. The students will independently study selected research papers addressing one of these topics and discuss these in the following lecture.</p> <p><u>Seminar:</u> The students participate in research lectures and seminars on membrane biology to learn about recent</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Aim of this module is to establish a broad knowledgebase on lipids and membrane proteins and dedicated practical approaches for studying these. Students will learn to evaluate the advantages and limitations of different methodological approaches such that they can critically assess published experimental data and design their own experimental setup.</p>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Biochemie/ [2.2]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	Entschluss des Prüfungsausschusses
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
Membrane Biology	V	2	4
Current Research in Membrane Biology	S	1	1

Noch kein Kürzel	Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie	4—7 SWS	6—9 CP
------------------	--------------------------------	---------	--------

<b>Anmerkungen</b>	<p>Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich. Zusammen mit den Modulen „EPR-Spektroskopie“ und „Festkörper-NMR-Spektroskopie“ bildet es den Ersatz für die weggefallenen Module „Einführung in die Theorie der magnetischen Resonanz“ und „Einführung in die Praxis der magnetischen Resonanz“</p> <p>Im Modul muss die Vorlesung belegt werden, zusätzlich eine oder zwei der drei verbleibenden Lehrveranstaltungen.</p> <p>Das Seminar ist das gleiche wie in den Modulen „EPR-Spektroskopie“ [K3.4] und „Festkörper NMR-Spektroskopie“ [CW-N.2]. Es kann nur <u>einmal</u> gewertet werden.</p>
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Mathematische Grundlagen der NMR Spektroskopie; isotrope und anisotrope Wechselwirkungen in der magnetischen Resonanz (MR) und ihre quantenmechanische Beschreibung</p> <p><u>Vorlesung Vertiefung:</u> (Einführung und in die MR Relaxationstheorie und ihre quantenmechanische Beschreibung</p> <p><u>Praktikum:</u> Zuordnung von nD-NMR Spektren von Naturstoffen, synthetischen Molekülen (mit Beispielen aus synthetisch arbeiten den Arbeitsgruppen) und Biomakromolekülen (Proteine, Peptide, RNA, DNA, Oligosaccharide), Strukturrechnung</p> <p><u>Seminar:</u> Referat über eine aktuelle Forschungspublikation auf dem Gebiet der Magnetischen Resonanz Spektroskopie, Auswahl einer geeigneten Publikation, Literatur Recherche, Erarbeitung des Themas in Interaktion mit einem der Dozent Inn en der Magnetischen Resonanz, Vortrag im Seminar, Diskussion der vorgestellten Methode und der daraus gewonnenen Erkenntnisse auch im Kontext der anderen Seminarvorträge/Methoden.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p><u>Vorlesungen:</u> Die Studierenden werden in die quantenmechanischen und mathematischen Grundlagen der Magnetresonanz Spektroskopie eingeführt. Sie können danach einfache Pulsabfolgen analytisch beschreiben und verstehen. Sie lernen, Strukturparameter aus den Magnetresonanz-Spektren zu extrahieren.</p> <p><u>Praktikum:</u> Die Studierenden erlernen die Interpretation von „state of the art“ NMR Experimenten sowie die Bestimmung von Konformation und Dynamik an Beispielen. Sie erlernen außerdem den Umgang mit wichtigen Programmen zur Interpretation von NMR Spektren.</p> <p><u>Seminar:</u> Im Seminar werden die Studierenden mit neuen Experimenten der MR vertraut.</p>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [K3.3]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden (Zuordnung steht noch nicht fest)
<b>Turnus</b>	<u>Vorlesung und Praktikum:</u> Jährlich nach Ankündigung <u>Seminar:</u> Jedes Semester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Mathematische Grundlagen der NMR-Spektroskopie	V	2	3
Vertiefung der Mathematischen Grundlagen der NMR-Spektroskopie	V	2	3
NMR-Intensivkurs	P	3	3
Moderne Anwendungen der Magnetischen Resonanz-Spektroskopie	S	2	3

Noch kein Kürzel	EPR-Spektroskopie	4–7 SWS	7–10 CP
------------------	-------------------	---------	---------

<b>Anmerkungen</b>	<p>Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich. Zusammen mit den Modulen „Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie“ und „Festkörper-NMR-Spektroskopie“ bildet es den Ersatz für die weggefallenen Module „Einführung in die Theorie der magnetischen Resonanz“ und „Einführung in die Praxis der magnetischen Resonanz“.</p> <p>Im Modul muss die Vorlesung belegt werden, zusätzlich eine oder zwei der drei verbleibenden Lehrveranstaltungen.</p> <p>Das Seminar ist das gleiche wie in den Modulen „Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie“ [K3.3] und „Festkörper NMR-Spektroskopie“ [CW-N.2]. Es kann nur <u>einmal</u> gewertet werden.</p>
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Quantenmechanische Grundlagen der EPR Spektroskopie, Spin Hamilton Operatoren, Magnetische Dipol-Wechselwirkungen, Hyperfein Wechselwirkungen, QM Grundlagen von G und Nullfeld-Tensoren, Grundlegende Experimente der EPR Spektroskopie (cw-EPR, puls EPR, Relaxationszeiten, Hyperfein Spektroskopie, Dipolare Spektroskopie), Bei spiele von Anwendungen der EPR Spektroskopie aus den Materialwissenschaften, der Analytik, der Strukturuntersuchungen makromolekularer Systeme, und der EPR Spektroskopie an Elektronen Transfer Reaktionen in Katalyse und Photovoltaik.</p> <p><u>Praktikum:</u> Cw-EPR Experimente zur Charakterisierung von organischen Radikalverbindungen, zu Oxidations-/Reduktions-Verhalten und Kinetik, cw-EPR Experimente zur quantitativen Bestimmung von Radikal Konzentrationen in Lösungen, Einführung in grundlegende Puls EPR Experimente (Hahn Echo, Inversion Recovery Experiment) zur Bestimmung von Relaxationszeiten. Einführung in Simulations-Software zur Bestimmung von Hyperfein Kopplungen in flüssiger Lösung und G Tensoren in Festkörper Proben. Vergleich mit DFT Rechnungen.</p> <p><u>Seminar:</u> Referat über eine aktuelle Forschungspublikation auf dem Gebiet der Magnetischen Resonanz Spektroskopie, Auswahl einer geeigneten Publikation, Literatur Recherche, Erarbeitung des Themas in Interaktion mit einem der Dozent Inn en der Magnetischen Resonanz, Vortrag im Seminar, Diskussion der vorgestellten Methode und der daraus gewonnenen Erkenntnisse auch im Kontext der anderen Seminarvorträge/Methoden.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p><u>Vorlesung und Praktikum:</u> Quantenmechanisches Verständnis von Spin Systemen (Energie Eigenwerte im Magnetfeld und zeitliche Entwicklung unter/nach kohärenten Anregungspulsen, magnetische Wechselwirkung zwischen ungepaarten Elektronen Spins und mit Kernspins, Spin Bahn Kopplung des magnetischen Moments des ungepaarten Elektrons), Kenntnis der grundlegenden Experimente zur Bestimmung dieser Wechselwirkungen in flüssigen Lösungen und Festkörper Proben. Qualitatives Verständnis der Spin Relaxationszeiten und der Methoden zur Bestimmung. Einblicke in Anwendungsgebiete der EPR-Spektroskopie von der chemischen und materialwissenschaftlichen Analytik bis zu Anwendungen in der Katalyse, Struktur Biologie und Photovoltaik.</p> <p><u>Seminar:</u> Im Seminar werden die Studierenden mit neuen Experimenten der MR vertraut.</p>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [K3.4]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden (Zuordnung steht noch nicht fest)
<b>Turnus</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Regelmäßig im Wintersemester</p> <p><u>Praktikum:</u> Regelmäßig im Sommersemester</p> <p><u>Seminar:</u> Jedes Semester</p>

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----



Theorie der Elektron Paramagnetischen Resonanz-Spektroskopie	V	2	4
Praktikum der Elektron Paramagnetischen Resonanz-Spektroskopie	P	3	3
Seminar Moderne Anwendungen der Magnetischen Resonanz-Spektroskopie	S	2	3

Noch kein Kürzel	Festkörper NMR-Spektroskopie	4–7 SWS	7–10 CP
------------------	------------------------------	---------	---------

<b>Anmerkungen</b>	<p>Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich. Zusammen mit den Modulen „Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie“ und „EPR-Spektroskopie“ bildet es den Ersatz für die weggefallenen Module „Einführung in die Theorie der magnetischen Resonanz“ und „Einführung in die Praxis der magnetischen Resonanz“.</p> <p>Im Modul muss die Vorlesung belegt werden, zusätzlich müssen eine oder beide der verbleibenden Lehrveranstaltungen.</p> <p>Das Seminar ist das gleiche wie in den Modulen „EPR-Spektroskopie“ [K3.4] und „Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie“ [K3.3]. Es kann nur <u>einmal</u> gewertet werden.</p>
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Anisotrope Spininteraktionen, Magic-Angle-Sample-Spinning, Magnetisierungstransferexperimente, Ent- und Rückkopplungstechniken, Korrelations- und Separationsspektren, Charakterisierung von Struktur und Dynamik anisotroper molekularer Systeme, Einführung in die wichtigsten theoretischen Konzepte, Quadrupol NMR, dynamische Kernpolarisation, biomolekulare Anwendungen. Jede Vorlesung wird durch Simulationen auf einem virtuellem NMR Spektrometer begleitet (SIMPSON), welches auch den Studierenden zur Verfügung steht und mit dem sie Übungsaufgaben zu jeder Vorlesung lösen sollen.</p> <p><u>Praktikum:</u> Im Praktikum werden die Grundzüge von MAS-NMR vermittelt (Steuerung der Probenrotation, Kreuzpolarisation, Bestimmung anisotroper Parameter aus Rotationsseitenbanden). Es werden die Grundlagen der Resonanzzuordnung sowie der Bestimmung von Distanzeinschränkungen vermittelt. Zusätzlich werden präzise Kern-Kern abstände mittels dipolarer Rückkopplungstechniken bestimmt. Die experimentellen Daten werden durch die Studierenden mittels Computersimulationen mit der Software SIMPSON ausgewertet.</p> <p><u>Seminar:</u> Referat über eine aktuelle Forschungspublikation auf dem Gebiet der Magnetischen Resonanz Spektroskopie, Auswahl einer geeigneten Publikation, Literatur Recherche, Erarbeitung des Themas in Interaktion mit einem der DozentInnen der Magnetischen Resonanz, Vortrag im Seminar, Diskussion der vorgestellten Methode und der daraus gewonnenen Erkenntnisse auch im Kontext der anderen Seminarvorträge/Methoden.</p>
<b>Kompetenzziele</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Die Studierenden verstehen das Konzept anisotroper NMR Interaktionen und deren Relevanz in isotropen und anisotropen molekularen Systemen, sie lernen die wichtigsten Experimente und theoretischen Konzepte kennen und verstehen Anwendungsmöglichkeiten für biomolekulare, aber auch pharmazeutische und materialwissenschaftliche Fragestellungen.</p> <p><u>Praktikum:</u> Die Studierenden verstehen die wichtigsten praktischen Aspekte der Festkörper NMR, werden in die Lage versetzt NMR Experimente aufzusetzen, Daten auszuwerten sowie Hypothesen über Computersimulationen mit experimentellen Daten zu verknüpfen.</p> <p><u>Seminar:</u> Im Seminar werden die Studierenden mit neuen Experimenten der MR vertraut.</p>
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [CW-N.2]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden (Zuordnung steht noch nicht fest)
<b>Turnus</b>	<u>Vorlesung und Praktikum:</u> Regelmäßig im Sommersemester <u>Seminar:</u> Jedes Semester

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Einführung in die Festkörper NMR-Spektroskopie	V	2	4
--	---	---	---

Festkörper NMR-Spektroskopie	P	3	3
Seminar Moderne Anwendungen der Magnetischen Resonanz-Spektroskopie	S	2	3

Noch kein Kürzel	Einführung in die Dichtefunktionaltheorie	SWS	7 CP
------------------	---	-----	------

<b>Anmerkungen</b>	<p>Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich.</p> <p>Es entspricht inhaltlich dem Modul IDFT, enthält jetzt aber kein Praktikum mehr.</p>
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	Hartree-Fock Theorie; Elektronenkorrelation im post-Hartree Fock Bild; Elektronenkorrelation in Dichte basierten Ansätzen; Grundlagen der Dichtefunktionaltheorie; Kohn Sham Theorie; moderne Implementierungen; Anwendungen der Dichtefunktionaltheorie für Moleküle: Erfolge und Grenzen
<b>Kompetenzziele</b>	Die Funktionsweise der Dichtefunktionaltheorie wird durch Vergleich mit klassischen Wellenfunktions basierten Methoden eingeführt. Die Studierenden erhalten einen detaillierten Einblick in die Maschinerie moderner Dichtefunktionalimplementierungen und lernen über detailliert analysierte Anwendungsbeispiele Vorteile und Grenzen aktuell verfügbarer Funktionale kennen. Sie werden in die Lage versetzt, die in allen Bereichen der aktuellen chemischen Literatur beschriebenen Methoden einzuordnen und zu bewerten.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ [K3.1]
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
---------------------------------------	------------	------------	-----------

Einführung in die Dichtefunktionaltheorie	V	4	7
---	---	---	---

VEXFP1	Experimentelle Festkörperphysik 1	4 SWS	6 CP
--------	-----------------------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich. Die Vorlesung mit geringerem SWS- und CP-Umfang war bisher Bestandteil der Wahlpflichtmodule BPBWPS4 und BPMWPS2.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.
<b>Kompetenzziele</b>	Ein Schwerpunkt der Vorlesung ist die Dynamik der Atome eines Festkörpers, die gitterperiodisch angeordnet sind. Ausnutzung der Periodizität führt zunächst zu einer einfachen klassischen Beschreibung der Wellenausbreitung und schließlich zu dem quantenmechanischen Konzept der Gitterschwingungen als kollektive Anregung (Phononen). Ein zweiter Schwerpunkt sind die Auswirkungen des periodischen Gitterpotentials auf die elektronische Struktur des Festkörpers. Dabei werden die verschiedenen Phänomene anhand von modernen experimentellen Methoden zur Bestimmung der jeweiligen physikalischen Eigenschaften veranschaulicht. Die Vorlesung gibt einen Überblick über grundlegende Konzepte in der Festkörperphysik und das Verständnis technologisch relevanter Materialien und richtet sich an eine breite Zuhörerschaft. Das Modul bereitet die Grundlagen für die Beschäftigung mit speziellen Themen wie Supraleitung, Magnetismus oder Halbleiterphysik.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VEXFP1
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Wintersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Experimentelle Festkörperphysik 1	V+Ü	3+1
-----------------------------------	-----	-----

VEXFP2	Experimentelle Festkörperphysik 2	4 SWS	6 CP
--------	-----------------------------------	-------	------

<b>Anmerkungen</b>	Dieses Modul ist derzeit noch nicht vom Prüfungsausschuss zugelassen, aber eine Zulassung ist wahrscheinlich. Die Vorlesung mit geringerem SWS- und CP-Umfang war bisher Bestandteil der Wahlpflichtmodule BPBWPS4 und BPMWPS2.
--------------------	---

<b>Inhalte</b>	Auswahl aus folgenden Themen: Struktur und Strukturbestimmung, Grundlagen der Beugungstheorie, reziprokes Gitter, Gitterdynamik (Phononen), thermische Eigenschaften (spezifische Wärme, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit), elektronische Bandstruktur, Fermi-Flächen und deren experimentelle Bestimmung, Transportphänomene, dielektrische und optische Eigenschaften, Magnetismus. Es werden Beispiele aus der aktuellen Forschung diskutiert.
<b>Kompetenzziele</b>	Ziel des Moduls ist es, komplexere festkörperphysikalische Eigenschaften, die sich aus der Fermi-Statistik und der elektronischen Bandstruktur ergeben, systematisch zu verstehen. Dazu gehören die Bewegung von Ladungsträgern in Festkörpern, die Wechselwirkung der Ladungsträger mit elektromagnetischer Strahlung oder kollektive elektrische und magnetische Ordnungsphänomene. Das Modul gibt einen weiterführenden Überblick über allgemeine Festkörpereigenschaften und greift exemplarisch aktuelle und forschungsnahe Fragestellungen auf. Das Modul bereitet die Grundlagen für die Beschäftigung mit speziellen Themen wie Supraleitung, Magnetismus oder Halbleiterphysik und kann eine Ba/Ma-Arbeit in experimenteller Festkörperphysik begleiten/vorbereiten. In der Übung sollen die Inhalte selbständig und in Team-Arbeit vertieft und eine fachliche Präsentation eingeübt werden.
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	13/ B.Sc. Physik/ VEXFP2
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	Entschluss des Prüfungsausschusses
<b>Turnus</b>	Regelmäßig im Sommersemester

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>
---------------------------------------	------------	------------

Experimentelle Festkörperphysik 2	V+Ü	3+1
-----------------------------------	-----	-----

## Veraltete und/oder aufgelöste Module:

<b>IDFT</b>	<b>Einführung in die Dichtefunktionaltheorie</b>	<b>4–7 SWS</b>	<b>7-10 CP</b>
-------------	--	----------------	----------------

<b>Anmerkungen</b>	Dieses Modul ist veraltet. Die Vorlesung „Einführung in die Dichtefunktionaltheorie“ wird voraussichtlich als eigenständiges Modul mit 7 CP übernommen. Das Praktikum „Advanced Computational Chemistry“ wird in dieser Form nicht mehr angeboten.
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	--
<b>Kompetenzziele</b>	--
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	--
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	M.Sc. Biophysik/ Theorie
<b>Turnus</b>	--

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
---------------------------------------	------------	------------	-----------

Einführung in die Dichtefunktionaltheorie	V	4	7
Advanced Computational Chemistry	P	3	3

ITMR	Einführung in die Theorie der Magnetischen Resonanz	-- SWS	4–12 CP
------	---	--------	---------

<b>Anmerkungen</b>	Dieses Modul wurde aufgelöst. Siehe Allgemeine Hinweise auf Seite 1.
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	--
<b>Kompetenzziele</b>	--
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/ M.Sc. Chemie/ --
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden Das gilt nur für Studierende, die dieses Modul bereits absolviert haben!
<b>Turnus</b>	--

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Einführung in die EPR-Spektroskopie	V	--	4
Einführung in die Festkörper-NMR-Spektroskopie	V	--	4
Mathematische Grundlagen der Magnetischen Resonanz	V	--	4



IPMR	Einführung in die Praxis der Magnetischen Resonanz	-- SWS	7–12 CP
------	--	--------	---------

<b>Anmerkungen</b>	Dieses Modul wurde aufgelöst. Siehe Allgemeine Hinweise auf Seite 1.
--------------------	--

<b>Inhalte</b>	--
<b>Kompetenzziele</b>	--
<b>Fachbereich/ Herkunftsstudiengang/ Originales Kürzel</b>	14/M.Sc. Chemie/ --
<b>Verwendbarkeit/ Bereich</b>	B.Sc. und M.Sc. Biophysik/ Methoden Das gilt nur für Studierende, die dieses Modul bereits absolviert haben!
<b>Turnus</b>	--

Zugehörige Lehrveranstaltungen	Art	SWS	CP
--------------------------------	-----	-----	----

Moderne Anwendungen der magnetischen Resonanz	S	--	4
NMR-Intensivkurs	P	--	3
EPR-Intensivkurs	P	--	3