

# **Modulhandbuch**

## **für den Master-Studiengang Biophysik**

**zusammengestellt für die Fachrichtungen der Biophysik, Biowissenschaften  
und Physik der Universität des Saarlandes  
von Prof. Dr. Karsten Kruse und Prof. Dr. Albrecht Ott**

Studien- abschnitt	Modul	Titel	Modulverantwortlich	ECTS
<b>Pflichtveranstaltungen</b>				
1.-2. Sem.	EBP	Experimentelle Biophysik	Ott	5
1.-2. Sem.	TBP	Theoretische Biophysik	Kruse	5
1.-2. Sem.	FPBP	Biophys. Praktikum für Fortgeschrittene	Ott	12
1.-2. Sem.	SBP	Biophysikalisches Seminar	Studiendekan(in)/ Studienbeauftragte(r)	3
3. Sem.	LP	Laborprojekt	Studiendekan(in)/ Studienbeauftragte(r)	15
3. Sem.	FS	Forschungsseminar	Studiendekan(in)/ Studienbeauftragte(r)	15
4. Sem	MA	Master-Arbeit	Studiendekan(in)/ Studienbeauftragte(r)	30
<b>Biophysikalische Wahlpflicht</b>				
1.-2. Sem.	BPWP	Biophysikalische Wahlpflicht	Studiendekan(in)/ Studienbeauftragte(r)	15
1.-2. Sem.	CP	Computerphysik	Rieger	5
1.-2. Sem.	RS	Rheologie und Strömungsdynamik komplexer Flüssigkeiten	Wagner	5
1.-2. Sem.	WKM	Einführung in die Physik weicher kondensierter Materie	Jacobs/Seemann	5
1.-2. Sem.	EMOP	Einführung in exp. Methoden der Oberflächenphysik	Jacobs	5
1.-2. Sem.	NBM	NanoBioMaterialien	Arzt	6
1.-2. Sem.	TE	Tumor- und Epigenetik	Mayer / Walter	5
1.-2. Sem.	ST	Signalleitung und Transport	Lancaster	15
1.-2. Sem.	HSG	Hormone, Stress, Gedächtnis	Müller	5
1.-2. Sem.	TP IV	Theoretische Physik IV	Rieger	8
<b>Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht</b>				
1.-2. Sem.	NBPWP	Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht	Studiendekan(in)/ Studienbeauftragte(r)	20
1.-2. Sem.	PDG	Partielle Differentialgleichungen	Fuchs	9
1.-2. Sem.	TNPDG	Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen	John	9
1.-2. Sem.	SN	Stochastische Numerik	Rjasanow	9
1.-2. Sem.	P1	Programmierung I	Smolka	9
1.-2. Sem.	P2	Programmierung II	Zeller	9
1.-2. Sem.	AnIII	Analytische Chemie III	Volmer	6
1.-2. Sem.	AnVP	Vertiefungspraktikum Analytische Chemie	Volmer	6
1.-2. Sem.	OC1	Einführung in die Organische Chemie	Kazmaier	7
1.-2. Sem.	OC2	Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie	Wenz	4
1.-2. Sem.	OC3	Spektroskopie und Strukturaufklärung in der Organischen Chemie	Jauch	4
1.-2. Sem.	Mc04	Polysaccharidchemie	Wenz	2
1.-2. Sem.	OC05	Aromatenchemie	Kazmaier	3
1.-2. Sem.	BC03	Biotechnologie	Maier	3
1.-2. Sem.	PC V	Biophysikalischen Chemie	Jung	6
1.-2. Sem.	ModPro g	Modellierung/Programmierung	John, Louis, Rjasanow	6
1.-2. Sem.	SQ	Schlüsselqualifikationen	Studiendekan(in)/ Studienbeauftragte(r)	2

Experimentelle Biophysik					ESBP
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 2	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Ott			
<b>Dozent/inn/en</b>		Ott			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>		Pflicht			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>		Bachelor			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>		Klausur (Ende der Vorlesungszeit) oder mündliche Prüfung Eine Nachklausur/Prüfung findet zu Vorlesungsbeginn des Folgesemesters statt. Prüfungsvorleistung: Bearbeitung der Übungs-/Seminaraufgaben			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>		Vorlesung:		3 SWS	
		Übung/Seminar:		1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>		Präsenzzeit:		60 Stunden	
		Vor- und Nachbereitung:		90 Stunden	
		Summe		----- 150 Stunden	
<b>Modulnote</b>		Note aus Klausur oder mündlicher Prüfung			

---

### Lernziele / Kompetenzen

Überblick über die Anwendung von Methoden der experimentellen und statistischen Physik auf ausgewählte, biologische Systeme.  
Beschreibung der wesentlichen, gegenwärtigen, experimentellen und statistischen, physikalischen Techniken und ihre Anwendungsmöglichkeiten im technisch-wissenschaftlichen Kontext erkennen.  
Überblick über die wesentlichen, aktuellen Fragestellungen der gegenwärtigen Forschung auf dem Gebiet der biologischen Physik.  
Fähigkeit, geeignete Gebiete der Lebenswissenschaften, auf denen neue, physikalische Ansätze zu biologischen Fragestellungen möglich sind, zu erkennen.

---

### Inhalt

- Experimentelle Methoden der biologischen Physik
  - Intermolekulare Kräfte
  - Biologische Transportvorgänge
  - Physikalische Aspekte der Zellmechanik und des Zytoskeletts
  - Nicht-Gaussche Verteilungen in der Biologie
  - Evolution
  - Musterbildung in der Biologie
  - Genetische Schaltkreise in vivo und in vitro
  - Massiv parallele Messungen - Mikrochips
  - Molekulare Netzwerke
-

**Weitere Informationen**

**Unterrichtssprache:** Deutsch

**Literaturhinweise:**

- Alberts "Molecular biology of the Cell", Taylor and Francis (neueste Auflage wenn möglich)
- Lodish "Molecular Cell Biology" Freeman (neueste Auflage wenn möglich).
- Murray „Mathematical Biology“, Springer, 3. Auflage 2007
- T. Vicsek „Fluctuations and Scaling in Biology“, Oxford Univ. Press, 1. Auflage 2001
- Originalliteratur aus Zeitschriften - wird jeweils in der Vorlesung bekannt gegeben

Theoretische Biophysik					TBP
Studiensem. <b>1 oder 2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Kruse	
<b>Dozent/inn/en</b>	Kruse, Rieger, Santen	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen.	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung oder Klausur Teilnahmevoraussetzung: Bearbeitung der Übungsaufgaben.	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung 3 SWS</li> <li>• Übung 1 SWS</li> </ul>	
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzzeit Vorlesungen 15 Wochen à 3 SWS 45 Stunden</li> <li>• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS 15 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 120 Stunden</li> </ul>	
	Summe	----- 150 Stunden
<b>Modulnote</b>	Mittelwert der Noten aus den Klausuren bzw. mündlichen Prüfungen	

---

**Lernziele/Kompetenzen:**

- Fähigkeit, biologische Systeme zu analysieren
- Fähigkeit, physikalische Beschreibungen biologischer Systeme zu entwickeln
- Einüben von interdisziplinärer Kommunikation
- Fähigkeit der selbständigen Lektüre aktueller biophysikalischer Veröffentlichungen

---

**Inhalt**

- Einführung in zelluläre Prozesse
- Netzwerkmodelle, Robustheit
- Statistische Physik von Polymeren
- Stochastische Prozesse
- Molekulare Motoren
- Dynamik von Axonemen
- Zytoskelettdynamik
- Evolutionsdynamik

---

**Weitere Informationen**

**Literaturhinweise:**

- U. Alon: An Introduction to Systems Biology
- P. Nelson: Biological Physics
- J. Howard: Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton
- M. Doi, S. Edwards: The Theory of Polymer Dynamics
- C. Gardiner: Handbook of Stochastic Methods

Biophysikalisches Praktikum für Fortgeschrittene					FPBP
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	SS	2 Semester	6	12

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Ott
<b>Dozent/inn/en</b>	1 Praktikumsleiter 1 studentischer Betreuer pro Praktikumsgruppe
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für jeden Versuch: Eingangsgespräch mit Versuchsleiter, Durchführung und Protokollierung der Versuche, Versuchsauswertung und Testat, Abschlussgespräch mit Versuchsleiter;</li> <li>Vortrag in einem Blockseminar am Ende des Praktikumssemesters</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Biophys. Praktikum für Fortgeschrittene (Gruppengröße: 2) <span style="float: right;">6 SWS</span>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Phys. Praktikum für Fortgeschrittene, Durchführung der Versuche <span style="float: right;">90 Stunden</span> Vorbereitung und Auswertung <span style="float: right;">240 Stunden</span>  Blockseminar <span style="float: right;">5 Stunden</span>  Vorbereitung eines Vortrags über einen durchgeführten Versuch <span style="float: right;">25 Stunden</span>  Summe <span style="float: right;">----- 360 Stunden</span>
<b>Modulnote</b>	Unbenotet

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Vertiefung des Verständnisses ausgewählter biophysikalischer Konzepte und Theorien durch das Experiment.
- Erwerb von umfassenden Kenntnissen und Kompetenzen im Umgang mit modernen und anspruchsvollen experimentellen Techniken und Messmethoden.
- Arbeiten mit modernen Instrumenten und Erlernen der Anwendung moderner Instrumente und Messverfahren zur Durchführung verlässlicher Messungen sowie der Anwendung und Programmierung von PCs zur Steuerung und Datenerfassung.
- Qualifizierung zum Arbeiten mit wissenschaftlichen Apparaturen, wie sie auch in der aktuellen Forschung eingesetzt werden.

---

**Inhalt**

- Durchführung von Versuchen aus dem Bereich der Biophysik im Umfang von 68 Stunden.
- Vortrag über einen der durchgeführten Versuche am Ende des Semesters im Rahmen eines Blockseminars.

---

**Weitere Informationen**

**Allgemeines:**

Fortgeschrittenenpraktikum: Eine aktuelle Liste der zur Verfügung stehenden Versuche sowie allgemeine Informationen finden sich unter <http://www.uni-saarland.de/fak7/FP-Physik/>

**Anmeldung:**

Eine Anmeldung bei den Praktikumsleitern ist jeweils zu Semesterbeginn erforderlich unter <http://www.uni-saarland.de/fak7/FP-Physik/>

Seminar zu aktuellen Fragen der Biophysik					SBP
Studiensem.	Regelsem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	WS + SS	1 Semester	2	3

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Ott, Kruse	
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozenten der Biophysik	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Zulassungsvoraussetzungen.	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Präsentation von wissenschaftlichen Artikeln aus dem Gebiet der Biophysik	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit	30 Stunden
	Vorbereitung des Vortrags, Literaturstudium	60 Stunden
	Summe	----- 90 Stunden
<b>Modulnote</b>	Beurteilung des Vortrags	

---

#### Ziele / Kompetenzen

- Einarbeitung in ein aktuelles Themengebiet der Biophysik
- Fähigkeiten des wissenschaftlichen Diskurses
- Kritische Einschätzung von Forschungsarbeiten Dritter

---

#### Inhalt

Aktuelle Themen der Biophysik

---

#### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** deutsch / englisch

Laborprojekt					LP
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>WS + SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>10</b>	ECTS-Punkte <b>15</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in bzw. Studienbeauftragte/r der Physik	
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten der Biophysik	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Erwerb von mindestens 52 CPs; erfolgreicher Abschluss der Module „Experimentelle Biophysik“ und „Theoretische Biophysik“	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Anfertigung eines Abschlussberichts	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Blockveranstaltung: 10 Wochen mit täglich ca. 8 Stunden	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Bearbeitung der Fragestellung und Anfertigung des Berichts:	450 Stunden
<b>Modulnote</b>	keine	

---

### Lernziele / Kompetenzen

- Heranführung an die selbstständige Durchführung von wissenschaftlichen Projekten
- Zur Anfertigung der Master-Arbeit erforderliche wissenschaftliche Methoden in praktischer Anwendung durchführen können.

---

### Inhalt

- Einarbeitung in die Methodik der Master-Arbeit
- Vorbereitung auf die Bearbeitung der wissenschaftlichen Fragestellung der Master-Arbeit

---

### Weitere Informationen

Bearbeitungszeit: 3 Monate

-

Forschungsseminar					FS
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	WS + SS	1 Semester	10	15

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in bzw. Studienbeauftragte/r der Physik	
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten der Biophysik	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Erwerb von mindestens 52 CPs; erfolgreicher Abschluss der Module „Experimentelle Biophysik“ und „Theoretische Biophysik“	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Präsentation von wissenschaftlichen Artikeln aus dem Themengebiet der Master-Arbeit	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar, max. Gruppengröße 15	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit	30 Stunden
	Vorbereitung des Vortrags, Literaturstudium	420 Stunden
	Summe	450 Stunden
<b>Modulnote</b>	keine	

---

#### Lernziele / Kompetenzen

- Befähigung zum eigenständigen wiss. Arbeiten in definiertem Rahmen.
- Planung und eigenständigen Durchführung von definierten Forschungsprojekten
- Erstellung von Projektdokumentationen, die die notwendigen Informationen zur Reproduktion der erzielten Ergebnisse enthalten

---

#### Inhalt

- Anleitung zur systematischen Literaturrecherche im Hinblick auf die Master-Arbeit
- Entwicklung einer Projektskizze und Ablaufplans des Masterprojekts unter Anleitung eines Dozenten der Physik
- Anleitung zur sachgerechten Dokumentation des Projektverlaufs

---

#### Weitere Informationen

Bearbeitungszeit: 3 Monate

Master-Arbeit					MA
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4	4	WS + SS	1 Semester	20	30

**Modulverantwortliche/r** Studiendekan/in bzw. Studienbeauftragte/r der Physik

**Dozent/inn/en** Dozenten der Biophysik

**Zuordnung zum Curriculum** Pflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Gemäß Paragraph „Zulassung zur Master-Arbeit“ in der jeweils gültigen Fassung der Prüfungsordnung

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Anfertigung Master-Arbeit
- Wissenschaftlicher Vortrag und Kolloquium über den Inhalt der Masterarbeit

#### Lehrveranstaltungen / SWS

**Arbeitsaufwand** Planung und Durchführung des Forschungsprojekts, Dokumentation des Projektverlaufs und Anfertigung der Master-Arbeit in einem Zeitraum von 23 Wochen

Insgesamt -----  
900 Stunden

**Modulnote** Aus der Beurteilung der Master-Arbeit

---

#### Lernziele / Kompetenzen

- Befähigung zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten auf definierten Gebieten.
- Planung und eigenständigen Durchführung von Forschungsprojekten in definiertem Rahmen.
- Erstellung von Projektdokumentationen, die die notwendigen Informationen zur Reproduktion der erzielten Ergebnisse enthalten
- Schriftliche Präsentation von Forschungsergebnissen in wissenschaftlicher Sprache

---

#### Inhalt

- Durchführung eines Projekts zu einer aktuellen Forschungsthematik in einer Arbeitsgruppe der Fachrichtungen der Physik unter Anleitung eines Hochschullehrers.
- Anfertigung der Master-Arbeit.

Biophysikalische Wahlpflicht					BPWP
Studiensem. <b>1 und 2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>WS + SS</b>	Dauer <b>2 Semester</b>	SWS	ECTS-Punkte <b>15</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in bzw. Studienbeauftragte/r der Physik				
<b>Dozent/inn/en</b>	Hochschullehrer(innen) aus den Fachrichtungen der Physik, Biologie und Biophysik				
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht				
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen				
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung				
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Siehe einzelne Teilmodule				
<b>Arbeitsaufwand</b>	Der Arbeitsaufwand in den Teilmodulen muss mindestens 450 h (15 CP) entsprechen.				450 Stunden
<b>Modulnote</b>	Es müssen mindestens 10 CP in benoteten Teilmodulen erworben werden. Sind mehr als 10 CP in den erfolgreich absolvierten Teilmodulen benotet, werden die 10 am besten bewerteten CP zur Berechnung der Modulnote herangezogen. Die Gesamtnote des Moduls errechnet sich aus den Ergebnissen der bestandenen Teilmodule.				

---

### Lernziele / Kompetenzen

- Übersicht über ein aktuelles Forschungsgebiet der Physik
- Aktuelle Forschungsmethodik des jeweiligen Teilgebiets im Wesentlichen verstehen und wiedergeben können

---

### Inhalt

Siehe Modulbeschreibungen für die einzelnen Vorlesungen

---

### Weitere Informationen

Es wird sichergestellt, dass in jedem Semester Wahlpflichtvorlesungen aus dem Bereich der experimentellen und theoretischen Physik angeboten werden.

Computerphysik					CP
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1 oder 2	2		1 Semester	4	5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Rieger
<b>Dozent/inn/en</b>	Rieger, Santen
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung oder Klausur Teilnahmevoraussetzung: Bearbeitung der Übungsaufgaben.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung 3 SWS Übung 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesungen 15 Wochen à 3 SWS 45 Stunden Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS 15 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 90 Stunden ----- Summe 150 Stunden
<b>Modulnote</b>	Note aus der Klausur bzw. mündlichen Prüfung

#### Lernziele/Kompetenzen:

- Überblick über die grundlegenden Konzepte und modernen Methoden und Algorithmen der Computerphysik, Kenntnis der wichtigsten algorithmischen Prinzipien
- Erlangung der technischen Kompetenz zur Computer-gestützten Analyse theoretischer Modelle von komplexen physikalischen Problemen
- Kompetenz zur kritischen Beurteilung von numerischen Methoden und Algorithmen
- Herstellen des Zusammenhangs zwischen theoretischen Begriffen und Resultaten von Computersimulationen
- Erlernung des routinierten Einsatzes von Computern in der theoretisch-physikalischen Forschung
- Management naturwissenschaftlicher Programm-Entwicklung: Programmierung, Debugging & Testing, Optimierung, Datengenerierung und -analyse

#### Inhalt

- Numerische Integration von Differentialgleichungen
- Molekulardynamik-Simulationen
- Zufallszahlen und stochastische Prozesse
- Monte-Carlo Simulationen / Cluster-Algorithmen
- Pfadintegral- bzw. Quanten-Monte-Carlo-Simulationen
- Integration der Schrödinger-Gleichung / ab-initio Rechnungen
- Dichte-Funktional-Theorie
- Exakte Diagonalisierung von Vielteilchen-Hamiltonians
- Dichte-Matrix-Renormierungsgruppe
- Kombinatorische Optimierung

---

Weitere Informationen

Literaturhinweise:

- J.M. Thijsen, Computational Physics, Cambridge University Press (1999), Cambridge (UK)
- H.G. Evertz, The loop algorithm, Adv. Phys. 52 (2003) 1, cond-mat/9707221
- S.R. White, Strongly correlated electron systems and the density matrix renormalization group, Phys. Rep. 301, (1998) 187
- D. Frenkel und B. Smit, *Understanding Molecular Simulation*, Academic Press
- W. Krauth, Statistical Mechanics: Algorithms and Computations, Oxford Master Series in Statistical, Computational, and Theoretical Physics

Rheologie und Strömungsdynamik komplexer Flüssigkeiten					RS
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1 oder 2</b>	<b>2</b>		<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Wagner				
<b>Dozent/inn/en</b>	Wagner				
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)				
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Mechanik und Feldgleichungen (typischerweise erworben in Modulen EPI und EP II und TP I und TP II)				
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben bzw. Seminarvortrag; abschließend mündl. Prüfung				
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b> [ggf. max. Gruppengröße]	Vorlesung				3 SWS
	Übung/Seminar zur Vorlesung				1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesungen 15 Wochen à 3 SWS				45 Stunden
	Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS				15 Stunden
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung				90 Stunden
	Summe				----- 150 Stunden
<b>Modulnote</b>	Aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung				

### Lernziele / Kompetenzen

- Überblick über aktuelle Forschungsfragen wie Mikrorheologie, biologische Strömungssituationen, industrielle Fertigungsprozesse von Kunststoffen
- Kenntnis über die kontinuumsmechanische Beschreibung einfacher Strömungssituationen
- Überblick über charakteristische Fließphänomene komplexer Flüssigkeiten
- Kenntnis über den Zusammenhang zwischen den mikroskopischen Modellen und dem makroskopischen Fließverhalten für verschiedene Modellsysteme
- Überblick über moderne Messmethoden der Strömungsmesstechnik und Rheologie

### Inhalt

- Kontinuumsmechanische Beschreibung für einfache und komplexe Flüssigkeiten: Lagrange und Eulerformalismus, Deformationen, Spannungstensor, die Navier-Stokes-Gleichung und einfache Lösungen
- Mikroskopische Modelle verschiedener Modellsysteme wie Polymere und Kolloide.
- Spezielle Fließphänomene.
- Messmethoden wie klassische Rheologie, Dehnreologie, Mikrorheologie, rheooptische Methoden, Particle Imaging Velocimetry, Laser Doppler Anemometrie und Streuexperimente.

---

Weitere Informationen

**Literaturhinweise:**

Die Veranstaltungen folgen keinem bestimmten Lehrbuch. Zu Beginn der Veranstaltung wird unterstützende Literatur bekannt gegeben.

Folgende beispielhafte Standardwerke sind zu empfehlen:

- E. Guyon, J.P. Hulin, L. Petit, *Physical Hydrodynamics*, Oxford Univ. Press, 2000
- Ch. W. Macosko, *Rheology: Principles, Measurements, and Applications*, Verlag Wiley, 1. Auflage, 1994
- M. Doi, S. F. Edwards, *The Theory of Polymer Dynamics*, Clarendon Press, Reprint edition, 1988
- G. Marrucci, R. B. Bird, C. F. Curtiss, R. C. Armstrong, O. Hassager, *Dynamics of polymeric liquids*, Vol 1 & 2, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2nd Ed., 1987
- G.G. Fuller, *Optical Rheometry of Complex Fluids*, Oxford University Press, 1. Auflage, 1997
- M.E Cates, M.R Evans, *Soft and Fragile Matter*, Taylor & Francis 1. Auflage, 2000

Einführung in die Physik weicher kondensierter Materie					WKM
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1 oder 2	2		1 Semester	4	5
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Jacobs, Seemann			
<b>Dozent/inn/en</b>		Dozent/inn/en der Experimentalphysik			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>		Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>		Keine formalen Voraussetzungen  Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Experimentalphysik und theoretischer Physik			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>		Klausur oder mündliche Prüfung			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>		Vorlesung:		3 SWS	
		Seminar:		1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>		Präsenzzeit: (4 SWS x 15 Wochen)		60 Stunden	
		Vor- und Nachbereitung:			
		Vorlesung: (2 h / Woche x 15 Wochen)		30 Stunden	
		Seminar: (4 h / Woche x 15 Wochen)		60 Stunden	
		(beinhaltet Vorbereitung Seminarvortrag und Verfassen der schriftlichen Version)			
		Summe		----- 150 Stunden	
<b>Modulnote</b>		Prüfungsnote aus Klausur oder mündlicher Prüfung			

---

### Lernziele / Kompetenzen

- Überblick über die grundlegenden Konzepte der weichen, kondensierten Materie
- Kenntnis von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden (Rasterkraftmikroskopie, Ellipsometrie, Streumethoden etc.)
- Fähigkeit, eine experimentelle Situation im Gebiet der weichen Materie einzuschätzen und mögliche Untersuchungsmethoden vorzuschlagen
- Selbständiges Erarbeiten eines eng umgrenzten Themengebiets anhand aktueller Literatur
- Einüben von Präsentationstechniken

---

### Inhalt

- Einführung in die vorherrschenden Wechselwirkungen: intermolekulare (van der Waals-, Coulomb-) Kräfte, kurzreichweitige Kräfte
  - Beispiele aus Experiment, Theorie und Simulation (z.B. Polymere, Mizellen, Membranen, dünne Filme, Schäume)
  - Theoretische Modelle zur Beschreibung von Kettenmolekülen, Kolloiden, Schäume und Vergleich mit experimentellen Resultaten
  - Überblick über experimentelle Techniken und deren Anwendbarkeit
  - ausgewählte Probleme aus der aktuellen Forschung: z.B. Adsorption, Adhäsion, Instabilitäten, mikrofluidische Systeme
-

---

**Weitere Informationen**

**Unterrichtssprache:** Deutsch

**Literaturhinweise:**

- I.W. Hamley "Introduction to soft matter", Wiley & Sons, ISBN 978-0-47051610-2
- R.A.L. Jones "Introduction to the physics of soft matter", Oxford University Press, ISBN 978-0-19850589-1
- J. Israelachvili "Intermolecular forces", Academic Press, ISBN-978-0-12375181-2
- P.-G. de Gennes, F. Brochard-Wyart, D. Queré „Capillarity and Wetting Phenomena: Drops, Bubbles, Pearls, Waves“, Springer, ISBN 978-0-38700592-8
- G. Gompper, M. Schick (Herausgeber) “Soft Matter” (Bände 1 – 4), Wiley-VCH,  
Bd 1: ISBN 978-3-52730500-1  
Bd 2: ISBN 978-3-52731369-3  
Bd 3: ISBN 978-3-52731370-9  
Bd 4: ISBN 978-3-52731502-4
- M. Daoud, C.Q. Williams (Herausgeber) “Soft Matter Physics”, Springer, ISBN 978-3-54064852-9
- M. Kleman, O.D. Lavrentovich “Soft Matter Physics – an Introduction”, Springer, ISBN 978-0-38795267-3
- D.F. Evans, H. Wennerström “The Colloidal Domain: Where Physics, Chemistry, Biology and Technics Meet”, Wiley-VCH, ISBN 978-0-47124247-5
- P. Tabeling “Introduction to Microfluidics”, Oxford University Press, ISBN 978-0-19856864-3
- J.-L. Barrat, J.-P. Hansen “Basic Concepts for Simple and Complex Liquids”, Cambridge University Press, ISBN 978-0-52178953-0
- N.-T. Nguyen, S.T. Wereley “Fundamentals and Applications of Microfluidics”, Artech House Publishers, ISBN 978-1-58053972-2
- H. Bruus, “Theoretical Microfluidics”, Oxford University Press, ISBN 978-0-19923509-4

Einführung in experimentelle Methoden der Oberflächenphysik					EMOP
Studiensem. 1 oder 2	Regelstudiensem. 2	Turnus	Dauer 2 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jacobs	
<b>Dozent/inn/en</b>	Jacobs, Müller	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine formalen Voraussetzungen	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung, Seminarvorträge zu ausgewählten Themen	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	im WS 2010/11 (Teil 1, 15 Wochen) im SS 2011 (Teil 2, 15 Wochen)	2 SWS 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: (2 SWS x 30 Wochen) Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (1 h / Woche x 30 Wochen) Vorbereitung des Seminarvortrags inkl. Literaturarbeit Prüfungsvorbereitung	60 Stunden 30 Stunden 30 Stunden 30 Stunden
	Summe	----- 150 Stunden
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote aus Klausur oder mündlicher Prüfung	

### Lernziele/Kompetenzen

- Überblick über die grundlegenden experimentellen Methoden und Konzepte der kondens. Materie
- Kenntnis der Funktionsweise ausgewählter Methoden, deren Vor- und Nachteile und deren Grenzen
- Fähigkeit, sich mit neuen experimentellen Techniken vertraut zu machen und die Einsatzmöglichkeiten einzuschätzen sowie im Zusammenspiel komplementärer Methoden ein Gesamtbild zu erhalten
- Fähigkeit, für eine physikalische Fragestellung gezielt mögliche experimentelle Techniken vorzuschlagen
- Selbständiges Erarbeiten eines eng umgrenzten Themengebiets anhand aktueller Literatur
- Einüben von Präsentationstechniken

### Inhalt

#### Teil 1 (WS): Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik/Festkörperphysik

- Charakterisierung und Beschreibung von Oberflächen
- Einführung in die Vakuumtechnologie (Vakuumerzeugung, Druckmessung)
- Präparative Techniken zur Oberflächenbehandlung (CVD, PVD, Ionenstrahlätzen)
- Experimentelle Methoden der Oberflächencharakterisierung, wie ortsabbildende Methoden (STM, SEM), Streumethoden (z.B. LEED, XPD, XRD), spektroskopische Methoden (z.B. XPS, UPS, EELS).
- Viele der vorgestellten Methoden werden am Beispiel des Graphen und des Boronitrens, als zwei der derzeit am meisten beachteten Werkstoffe, vertieft werden.

---

**Teil 2 (SS):** Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik weicher Materie

- Charakterisierung und Beschreibung von Oberflächen ohne kristalline Ordnung
- Einführung in die Probenvorbereitung zum Experimentieren in Umgebungsbedingungen
- Präparative Techniken zur Oberflächenbehandlung (z.B. Silanisierung, Thiolisierung, Mikrokontaktdruck ( $\mu$ CP), Plasmaätzen, Plasmapolymersation)
- Experimentelle Methoden der Oberflächencharakterisierung (speziell: Rasterkraftmikroskopie (AFM) in verschiedenen Modi: Kontakt- oder Tapping-Modus; AFM-Verfahren zur Bestimmung von Elastizität, Adhäsion und Reibung; AFM-Abbildungstechniken Flüssigkeiten; Ellipsometrie, Plasmonenresonanzspektroskopie, Kontaktwinkelmessungen)
- Viele der vorgestellten Methoden werden am Beispiel von Polymerfilmen oder Biofilmen (Proteine, Bakterien) eingeführt und können im Labor besichtigt und sogar ausprobiert werden.

---

Unterrichtssprache: Deutsch

**Literaturhinweise:**

**Teil 1:**

- Ertl/Küppers „Low energy electrons and Surface Chemistry“, VCH Weinheim, ISBN 3-527-26056-0
- Henzler/Göpel „Oberflächenphysik des Festkörpers“, Teubner, ISBN 3-519-13047-5
- Ashcroft/Mermin „Festkörperphysik“, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, ISBN 978-3-486-58273-4
- Kopitzki „Einführung in die Festkörperphysik“, Teubner, ISBN 3-519-43083-5

**Teil 2:**

- B. Bushan "Handbook of Nanotechnology", Springer, ISBN 3-540-01218-4
  - I. N. Serdyuk "Methods in Molecular Biophysics", Cambridge, ISBN 0-521-81524-X
  - I.W. Hamley "Introduction to Soft Matter", Wiley & Sons, ISBN 978-0-47051610-2
  - R.A.L. Jones "Introduction to the Physics of Soft Matter", Oxford University Press, ISBN 978-0-19850589-1
-

NanoBioMaterialien					NBM
Studiensemester 1-2	Regelstudiensemester 1-2	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester	SWS 2	ECTS-Punkte 6

<b>Modulverantwortliche</b>	Arzt	
<b>Dozent/inn/en</b>	Arzt und Dozenten des INM, Ansprechpartner: I. Weiss	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b> [Pflicht, Wahlpflicht]	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen zur Modulprüfung</b>	Keine	
<b>Prüfungen</b>	Klausur/mündl. Prüfung am Semesterende (mündl. Prüfungen zur Vorlesung NanoBioMaterialien I + II)	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung NanoBioMaterialien (6 CP)	4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Nano/Biomaterialien 4 SWS: Vor- Nachbereitung, Klausur / mündl. Prüfungen	60 Stunden 120 Stunden -----
	Summe	180 Stunden
<b>Modulnote</b>	gewichteter Mittelwert aus den Noten der Teilprüfungen	

#### Lernziele/Kompetenzen

- Skaleneffekte in der Materialwissenschaft – Grundlagen und Anwendung
- Präparatives Arbeiten in der Materialwissenschaft (Chemie / Nanotechnologie)
- Präparatives Arbeiten in der Materialwissenschaft (Biochemie / Biotechnologie)
- Neue physikalische Testverfahren für die interdisziplinäre Materialwissenschaft (Physik)
- Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Physik)
- Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Chemie)
- Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Zellbiologie)
- Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Biochemie)

#### Inhalte

- Herstellung von Nanopartikeln
- Nanokomposite
- Polymere Oberflächenstrukturen
- Biologische Materialien
- Nanopartikel in biologischer Umgebung
- Nanotribologie
- Mikro/Nanometalle
- Nanoanalytik I – Aufschlussverfahren und Chemische Spurenanalytik
- Nanoanalytik II und III – Mikroskopie und Beugung
- Komposit-Materialien für die Optik
- Schutzschichten
- PVD/CVD Processes and Biomedical Coatings
- Biomineralisation

#### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch/Englisch

**Literaturhinweise:**

Tumor- und Epigenetik					TE
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	1	WS	7 Wochen	14	5

<b>Modulansprechpartner/in</b>	Mayer, Walter	
<b>Dozent/inn/en</b>	Mayer, Rother, Walldorf, Walter Dozent(inn)en der beteiligten Fachrichtungen	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung	4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit	70 Stunden
	Selbststudium	80 Stunden
		----- 150 Stunden
<b>Modulnote</b>	Klausur	

### Lernziele/Kompetenzen

- Wachstumsregulation von Zellen, Organen und Organismen
- Molekularbiologische und (epi)genetische Charakteristika von proliferierenden Zellen
- Biochemische und molekularbiologische Konsequenzen
- Stammzellen und Krebs
- Proliferation neuronaler Stammzellen
- Tumorerkrankungen im klinischen Kontext
- Molekularbiologische Werkzeuge, Zellsysteme und Modellorganismen

### Inhalt

#### Vorlesungen:

- Molekularbiologie, Genetik und Epigenomik von proliferierenden Zellen
- Molekularbiologische Werkzeuge und Modellorganismen in der Tumorforschung
- Tumorerkrankungen aus klinischer Sicht

### Weitere Informationen

- Unterrichtssprache(n): deutsch (wahlweise englisch)
- Anmeldung: zentrale Anmeldung nach dem Info-Block in der ersten Studienwoche
- Auswahlverfahren bei Überbuchung: Eignungstest
- Empfohlene Literatur:
  - Strachan/Read, Basiswissen Humangenetik, Thieme Verlag
  - Watson et al., Molecular Biology of the Gene, Addison-Wesley
  - Lewin, Genes, Jones & Bartlett
  - Allis, Jenuwein, Reinberg, Caparros, Epigenetics, CSHL Press
  - Lewis, Wolpert, Entwicklungsbiologie, Spektrum Verlag
  - Scott, Gilbert, Developmental Biology (8th Ed.), Sinauer
  - C. David Allis/Thomas Jenuwein/Danny Reinberg – Epigenetics – *Cold Spring Harbor Laboratory*, Auflage 1, 31. Oktober 2006

Signalleitung und Transport					ST
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 1	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>7 Wochen</b>	SWS <b>14</b>	ECTS-Punkte <b>15</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Lancaster	
<b>Dozent/inn/en</b>	Lancaster, Peinelt, Mohrmann, Bernhardt, Cavalié, Engel, Flockerzi, Hoth Dozent(inn)en der beteiligten Fachrichtungen	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur, Seminarvortrag, Protokoll als wissenschaftliche Kurzpublikation	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung	4 SWS
	Seminar	1 SWS
	Praktikum	9 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Vorlesung</b>	
	Präsenzzeit	60 Stunden
	Selbststudium	80 Stunden
	<b>Seminar</b>	
	Präsenzzeit	30 Stunden
	Vorbereitung	25 Stunden
	<b>individuelles Laborpraktikum</b>	
	Präsenzzeit (7 Wochen)	210 Stunden
	Nachbereitung	45 Stunden
	Summe	450 Stunden
<b>Modulnote</b>	50 %	Klausur
	50 %	zusätzliche Leistungen (setzt sich zusammen aus: 70 % Protokoll und 30 % allgemeine Praktikumsleistung, Seminar)

### Lernziele/Kompetenzen

- Fachrichtungsübergreifendes Verständnis von Signalleitungs- und Transportprozessen
- Zielorientierte Auswahl, Planung, Anwendung und Optimierung und Optimierung physiologischer, biochemischer, molekularbiologischer, pharmakologischer, biophysikalischer und/oder strukturebiologischer Methoden im Kontext eines aktuellen Forschungsthemas
- Wissenschaftliche Auswertung und Darstellung von experimentellen Ergebnissen
- Protokoll als wissenschaftliche Kurzpublikation
- Kommunikationskompetenz
- Sprachkompetenz Englisch

---

## Inhalt

### Vorlesung:

- Signalleitung und Transport – Ein Überblick
- Reversible Proteinphosphorylierung als Mechanismus der Signalweiterleitung
- Zentrale Rolle des endoplasmatischen Retikulums für Proteintopogenese und Calcium-vermittelte Signaltransduktion
- Porenkomplex und Kerntransport
- Regulation der Genexpression durch Hormone
- Strukturbiochemie von Signalleitungsproteinen
- Strukturbiochemie von Membrantransportproteinen
- Biophysik des Transports - Grundlagen
- Transport und Signaltransduktion im Immunsystem - Überblick
- Transport in T-Killerzellen
- Transport und Signaltransduktion in Sinneszellen - Mechanismen der Mechanorezeption
- Ionenleitfähigkeiten und Funktion von auditorischen Haarsinneszellen
- Ionentransport durch die Membran roter Blutzellen und ihre physiologische Bedeutung
- Experimentelle Forschung in der Pharmakologie
- Pharmakologie des kardiovaskulären Systems
- Pharmakologie des Nervensystems und des endokrinen Systems
- Pharmakologie der Ionenkanäle
- Molekulare Grundlagen der Exozytose: Funktion der CAPS-Proteine bei der Exozytose von Granula aus Chromaffinzellen und T-Lymphozyten
- Regulation der  $Ca^{2+}$ -abhängigen Exocytose von sekretorischen Organellen
- Kommunikationswege zwischen Nerven- und Gliazellen
- Neuronale Mechanismen der Chemorezeption: Beeinflussung der Hormonregulation im Gehirn
- Molekulare Mechanismen der Geruchswahrnehmung: Von der neuronalen Signaltransduktion zum Verhalten
- Chemische Synapsen: Synaptogenese, Funktion und Plastizität
- Signaltransduktion in der Differenzierung epithelialer Zellen
- Signalgebung in der Reproduktionsbiologie

### Praktika:

- Planung und Durchführung individueller Projekte in den Arbeitsgruppen der beteiligten Fachrichtungen. Eine aktualisierte Übersicht möglicher Arbeitskreispraktika wird rechtzeitig vor Veranstaltungsbeginn interessierten Studierenden zur Verfügung gestellt.

### Seminar:

- Aktuelle Themen zu Signalleitung und Transport

---

## Weitere Informationen

- Unterrichtssprache(n): deutsch (wahlweise englisch)
- Anmeldung: zentrale Anmeldung nach dem Info-Block in der ersten Studienwoche
- Auswahlverfahren bei Überbuchung: Eignungstest
- Empfohlene Literatur: wird gesondert bekannt gegeben

Hormone, Stress, Gedächtnis					HSG
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	SS	7 Wochen	14	5

<b>Modulansprechpartner/in</b>	Müller	
<b>Dozent/inn/en</b>	Müller, R. Bernhardt, Bauer, Heinzle Dozent(inn)en der beteiligten Fachrichtungen	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung	4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Selbststudium	70 Stunden 80 Stunden ----- 150 Stunden
<b>Modulnote</b>	Klausur	

### Lernziele/Kompetenzen

- Detaillierte Kenntnisse der molekularen und zellulären Grundlagen von Gedächtnis
- Zusammenhang zwischen Hormonsystemen, Stress und Gedächtnis und Vergleich zwischen Organismen
- Verständnis der Bedeutung von oxidativem Stress
- Biosynthese von Steroidhormonen und physiologische Funktionen der Steroidhormone
- Steroidhormon-assoziierte Erkrankungen

### Inhalt

- Stress- und Hormonsignaltransduktion, die Synthese von Hormonen und deren Rolle bei physiologischen Prozessen und Krankheiten
- Molekulare Mechanismen von Gedächtnisbildung (Lernen, Sucht, Stress etc.) und deren Interaktionen mit endogenen und exogenen Faktoren wie Stress, Infektionen, Hormonsystem etc.
- Oxidativer Stress
- Planung und Anwendung von molekulargenetischen, biochemischen, zellbiologischen und physiologischen Methoden zur Untersuchung des Hormonsystems, Stress, Gedächtnis
- Vertiefung des Stoffes anhand ausgewählter Themen

### Weitere Informationen

- Unterrichtssprache(n): deutsch und englisch
- Anmeldung: zentrale Anmeldung nach dem Info-Block in der ersten Studienwoche
- Auswahlverfahren bei Überbuchung: Eignungstest
- Empfohlene Literatur:
  - Baer M, et al., Neuroscience: Exploring the Brain, Lippincott Williams & Wilkins
  - Kandel, E et al., Principles of Neural Sciences, McGraw-Hill
  - Kleine und Rossmannith, Hormone und Hormonsystem. Lehrbuch der Endokrinologie, Springer Verlag
  - Taiz und Zeiger, Plant Physiology

Theoretische Physik IV – Quantenphysik und statistische Physik: Weiterführende Konzepte					TP IV
Studiensem. 5.	Regelstudiensem. 5.	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 8

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Rieger
<b>Dozent/inn/en</b>	Hochschullehrer(innen) der Theoretischen Physik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Die Inhalte des Moduls TP III werden vorausgesetzt.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung Prüfungsvorleistungen: Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (4 SWS)</li> <li>• Übung (2 SWS)</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS 60 Stunden</li> <li>• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS 30 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 150 Stunden</li> </ul> <p>----- Summe 240 Stunden</p>
<b>Modulnote</b>	Aus der Klausurnote bzw. der Note der mündlichen Prüfung

---

### Lernziele / Kompetenzen

- Überblick über weiterführende Konzepte, Methoden und Begriffe der theoretischen Quantenphysik und der statistischen Physik.
- Diskussion von komplexeren Modellsystemen
- Anschluss an aktuelle Forschungsgebiete
- Einführung in moderne Methoden der Quantenmechanik und statistischen Physik

---

### Inhalt

- Variations- und Störungsrechnung
- Zeitabhängige Phänomene
- Mehrteilchenprobleme, identische Teilchen
- Ideale Quantengase
- Klassische wechselwirkende Systeme
- Phasenübergänge
- Stochastische Prozesse

---

**Weitere Informationen**

Literatur:

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantenmechanik 1&2, de Gruyter, 1998
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 5/2, Springer, 2006
- R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics, Springer, 1994
- F. Schwabl, Quantenmechanik 1&2, Springer, 2004
- F. Schwabl, Statistische Mechanik, Springer, 2006
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 6, Springer, 2004
- W. Brenig, Statistische Theorie der Wärme, Springer, 1992
- F. Reif und W. Muschnik, Statistische Physik und Theorie der Wärme, de Gruyter, 1987
- M. LeBellac, F. Mortessagne, G.G. Batrouni, Equilibrium and Non-Equilibrium Thermodynamics, Cambridge University Press, 2004

Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht					NBPWP
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	2	WS + SS	2 Semester		20

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in bzw. Studienbeauftragte/r der Physik	
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten der Fachrichtungen Informatik, Chemie, Mathematik	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen.	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur(en) oder mündliche Prüfung(en)	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Siehe einzelne Teilmodule.	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Arbeitsaufwand in den Teilmodulen muss mindestens 600 h (20 CP) entsprechen.	600 Stunden
<b>Modulnote</b>	Klausur oder mündliche Prüfung	
	Es müssen mindestens 9 CP in benoteten Teilmodulen erworben werden. Sind mehr als 9 CP in den erfolgreich absolvierten Teilmodulen benotet, werden die 9 am besten bewerteten CP zur Berechnung der Modulnote herangezogen. Die Gesamtnote des Moduls errechnet sich aus den Ergebnissen der bestandenen Teilmodule.	

---

### Lernziele / Kompetenzen

- Erlernen der Methodik und Sprache benachbarter wissenschaftlicher Disziplinen
- Vorbereitung auf die Arbeit in interdisziplinären Forschungsprojekten
- Anwenden von physikalischen Methoden auf interdisziplinäre Fragestellungen.
- Siehe Modulbeschreibungen der Wahlpflichtfächer.

---

### Inhalt

Siehe Modulbeschreibungen der einzelnen Veranstaltungen.

---

### Weitere Informationen

Es wird sichergestellt, dass in jedem Semester geeignete Wahlpflichtvorlesungen angeboten werden.

Partielle Differentialgleichungen					PDG
Studiensem. 1	Regelsem. 2	Turnus	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 9

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Fuchs	
<b>Dozent(inn)en</b>	Fuchs	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Zulassungsvoraussetzungen. Grundlagen in Analysis und lineare Algebra sind von Vorteil	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige Teilnahme an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur und Abschlussprüfung am Semesterende.	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung	4 SWS
	Übung	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Kontaktzeit für die Vorlesung	60 Stunden
	Kontaktzeit in den Übungen	30 Stunden
	Selbststudium (Vor- und Nachbereitung Bearbeitung von Übungsaufgaben)	180 Stunden
	Summe	----- 270 Stunden
<b>Modulnote</b>	Durch die Klausur(en)	

---

### Ziele / Kompetenzen

Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der Partiellen Differentialgleichungen

---

### Inhalt

- Beispiele für partielle Differentialgleichungen, Klassifikation, elementare Lösungsmethoden
- Lineare elliptische Gleichungen der Ordnung zwei: Maximumprinzipien, Existenz- und Eindeutigkeitsaussagen für verschiedene Randwertaufgaben
- Diskussion der Anfangs/Randwertaufgabe für lineare parabolische Probleme
- Einführung in die Theorie nichtlinearer partieller Differentialgleichungen

---

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** deutsch oder englisch

#### Literaturhinweise:

- J.. Jost, Partielle Differentialgleichungen. Springer 1998
- D. Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic partial differential equations of second order. Springer 1983
- F. John, Partial Differential Equations. Springer 1982
- Friedman, Partial Differential Equations of parabolic type. Prentice-Hall 1964

Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen					TNPDG
Studiensem. <b>1</b>	Regelsem. <b>2</b>	Turnus	Dauer <b>1 Semester (WS)</b>	SWS <b>6</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	John	
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozenten der Mathematik	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Zulassungsvoraussetzungen.	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur und Abschlussprüfung am Semesterende.	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung	4 SWS
	Übung	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Kontaktzeit für die Vorlesung	60 Stunden
	Kontaktzeit in den Übungen	30 Stunden
	Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)	180 Stunden
	Summe	----- 270 Stunden
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	

---

### Ziele / Kompetenzen

Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken

---

### Inhalt

- Grundlagen (Satz von Gauss, Distributionen, Sobolev-Räume)
- Theorie elliptischer Gleichungen (Energimethoden, Darstellungsformeln, Maximumprinzip)
- Theorie parabolischer Gleichungen
- Finite-Differenzen-Methoden
- Finite-Element-Methoden

---

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** deutsch

**Literaturhinweise:**

werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.  
Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).  
Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Stochastische Numerik					SN
Studiensem. <b>1</b>	Regelsem. <b>2</b>	Turnus	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>6</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Rjasanow		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozenten der Mathematik		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen.		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur und Abschlussprüfung am Semesterende.		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung	4 SWS	
	Übung	2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Kontaktzeit für die Vorlesung	60 Stunden	
	Kontaktzeit in den Übungen	30 Stunden	
	Selbststudium (Vor- und Nachbereitung Bearbeitung von Übungsaufgaben)	180 Stunden	
	Summe	----- 270 Stunden	
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.		

---

### Ziele / Kompetenzen

Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken

---

### Inhalt

- Grundlagen: Begriffe und Resultate aus der Wahrscheinlichkeitstheorie
- Pseudozufallszahlen
- Algorithmen zur Modellierung von Verteilungen
- Monte-Carlo-Methoden zur Integration
- Monte-Carlo-Methoden zur Lösung von Gleichungen
- Quasi-Monte-Carlo-Methoden

---

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** deutsch

### Literaturhinweise:

werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.  
Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, bungen).  
Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Programmierung I					P1
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
5	5	WS	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Smolka		
<b>Dozent/inn/en</b>	Smolka, Podelski, Hermanns		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausuren		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (ca. 250 Studierende)	4 SWS	
	Übung	2 SWS	
	Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz-Studium	80 Stunden	
	Eigenstudium	190 Stunden	
	Summe	----- 270 Stunden	
<b>Modulnote</b>	zwei Klausuren (Mitte und Ende der Vorlesungszeit) Die Note wird aus den Klausuren gemittelt und kann durch Leistungen in den Übungen verbessert werden.		

---

### Lernziele/Kompetenzen

- höherstufige, getypte funktionale Programmierung anwenden können
- Verständnis rekursiver Datenstrukturen und Algorithmen, Zusammenhänge mit Mengenlehre
- Korrektheit beweisen und Laufzeit abschätzen
- Typabstraktion und Modularisierung verstehen
- Struktur von Programmiersprachen verstehen
- einfache Programmiersprachen formal beschreiben können
- einfache Programmiersprachen implementieren können
- anwendungsnahe Rechenmodelle mit maschinennahen Rechenmodellen realisieren können
- Praktische Programmiererfahrung, Routine im Umgang mit Interpretern und Übersetzern

---

### Inhalt

- Funktionale Programmierung
  - Algorithmen und Datenstrukturen (Listen, Bäume, Graphen; Korrektheitsbeweise; asymptotische Laufzeit)
  - Typabstraktion und Module
  - Programmieren mit Ausnahmen
  - Datenstrukturen mit Zustand
  - Struktur von Programmiersprachen (konkrete und abstrakte Syntax, statische und dynamische Syntax)
  - Realisierung von Programmiersprachen (Interpreter, virtuelle Maschinen, Übersetzer)
-

---

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache:

**Literaturhinweise:**

Skript zur Vorlesung; siehe auch Literaturliste vom WS 02/03:  
<http://www.ps.uni-sb.de/courses/prog-ws02/literatur.html>

Programmierung II					P2
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	2	SS	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Zeller						
<b>Dozent/inn/en</b>	Zeller und andere						
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)						
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Programmierung 1						
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<p>Die Prüfungsleistungen werden in zwei Teilen erbracht, die zu gleichen Teilen in die Endnote eingehen. Um die Gesamtveranstaltung zu bestehen, muss jeder Teil einzeln bestanden werden.</p> <p>Im <b>Praktikumsteil</b> müssen die Studierenden eine Reihe von Programmieraufgaben selbstständig implementieren. Diese Programmieraufgaben ermöglichen das Einüben der Sprachkonzepte und führen außerdem komplexere Algorithmen und Datenstrukturen ein. Automatische Tests prüfen die Qualität der Implementierungen. Die Note des Praktikumsteils wird maßgeblich durch die Testergebnisse bestimmt.</p> <p>Im <b>Vorlesungsteil</b> müssen die Studierenden eine Klausur absolvieren und Übungsaufgaben bearbeiten. Die Aufgaben vertiefen dabei den Stoff der Vorlesung. Die Zulassung zu der Klausur hängt von der erfolgreichen Bearbeitung der Übungsaufgaben ab.</p> <p>Im Praktikumsteil kann eine Nachaufgabe angeboten werden; im Vorlesungsteil eine Nachprüfung. Hiermit können Studierende nachträglich die Veranstaltung bestehen.</p>						
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	<table> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung (Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden)</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Übung (Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden)	4 SWS		
Vorlesung	2 SWS						
Übung (Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden)	4 SWS						
<b>Arbeitsaufwand</b>	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>45 Stunden</td> </tr> <tr> <td>Vor-und Nachbereitung</td> <td>225 Stunden</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>----- 270 Stunden</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	45 Stunden	Vor-und Nachbereitung	225 Stunden	Summe	----- 270 Stunden
Präsenzzeit	45 Stunden						
Vor-und Nachbereitung	225 Stunden						
Summe	----- 270 Stunden						
<b>Modulnote</b>	Wird aus den Teilnoten ermittelt.						

---

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden lernen die Grundprinzipien der imperativen /objektorientierten Programmierung kennen. Dabei wird primär Java als Programmiersprache verwendet.

In dieser Vorlesung lernen sie:

- mittelgroße objektorientierte Systeme in Java zu implementieren und zu testen
- kleinere, wohlstrukturierte Programme in C++ zu schreiben - im Wesentlichen als Umsetzung/Übersetzung der entsprechenden Java-Konzepte
- sich in wenigen Tagen eine neue imperative/objektorientierte Sprache anzueignen, um sich in ein bestehendes Projekt einzuarbeiten

---

### Inhalt

- Objekte und Klassen
  - Klassendefinitionen
  - Objektinteraktion
  - Objektsammlungen
  - Objekte nutzen und testen
  - Vererbung
  - Dynamische Bindung
  - Fehlerbehandlung
  - Graphische Oberflächen
  - Klassendesign und Modularität
  - Objekte in C++
  - Systemnahe Programmierung
- sowie spezifische Vorlesungen für die Programmieraufgaben.

---

### Weitere Informationen

#### Java

- David J. Barnes & Michael Kölling: *Java lernen mit BlueJ*
- Bruce Eckel: *Thinking in Java*
- Joshua Bloch, *Effective Java*

#### C++

- Mark Allen Weiss: *C++ for Java programmers*

<b>Analytische Chemie III</b>					<b>AnIII</b>
Studiensem. <b>2-3</b>	Regelstudiensem. <b>2-3</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>2 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Volmer
<b>Dozent/inn/en</b>	Volmer
<b>Zuordnung zum Curriculum</b> [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine Empfohlen werden die Kenntnisse aus Analytik (An02)
<b>Leistungskontrollen</b>	Abschlussprüfung oder -klausur nach den Lehrveranstaltungen (b)
<b>Lehrveranstaltungen / Methoden</b>	<b>An05</b> Bioanalytik, 2V, WS <b>An07</b> Fortgeschrittene Methoden der Analytik, 2V WS
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>An05:</b> Vorlesung/Übung inkl. Klausur: 15 Wochen (2 SWS): 30 h (zus. Vor- Nachbereitung, Klausur 60 h 3 CP)</p> <p><b>An07:</b> Vorlesung/Übung inkl. Klausur: 15 Wochen (2 SWS): 30 h (zus. Vor- Nachbereitung, Klausur 60 h 3 CP)</p> <p>Summe: 180 h (6 CP)</p>
<b>Modulnote</b>	Note der Abschlussprüfung / -klausur

**Lernziele / Kompetenzen**

- Verständnis fortgeschrittener instrumenteller Analysemethoden
- Erarbeitung und kritische Bewertung von Analyseverfahren

**Inhalt z.B.**

1. Bioanalytik: Physikalisch-chemische Eigenschaften von Biomolekülen, Anwendbarkeit dieser Eigenschaften zu deren Trennung durch verschiedene Trennmechanismen (Chromatographie, Elektrophorese) und Strukturanalyse (nasschemische Methoden, Kernresonanzspektroskopie, Massenspektrometrie), Proteinanalytik (Identifizierung, Sequenzierung, Strukturaufklärung), Anwendungen in der Proteomanalyse, Nukleinsäureanalytik (Sequenzierung, Genotypisierung), bioinformatische Werkzeuge in der Bioanalytik, Kohlenhydratanalyse
2. Elektrokinetische Trennmethoden: Kapillarelektrophorese, Kapillarelektrophorese an pseudostationären Phasen (MEKC, Enantiomerentrennungen), isoelektrische Fokussierung, Isotachophorese
3. Kopplungstechniken: LC-MS, LC-NMR, LC-IR, GC-AES, CE-MS
4. Umweltanalytik: Gesetzliche Grundlagen, umweltanalytische Analysenmethoden (Spektroskopie, Gaschromatographie, Flüssigkeitschromatographie, Massenspektrometrie, Atomspektrometrie), Inhalts- bzw. Problemstoffe (Toxizität, Wirkung), Entsorgung von Problemstoffen, Probennahme/ Probenvorbereitung, Analysen-/Messverfahren, und ausgewählte Beispiele für folgende Matrices: Grund- und Oberflächengewässer, Abwasser, Abfall, Boden, Sedimente, Luft, Abgase
5. Lebensmittelanalytik: Einführung, Wasser (K-F Titration, GC, Trocknungsmethoden), Gesamtstickstoff, Aminosäuren/Peptide/Proteine (Hydrolyse, chromatographische und elektrophoretische Analysenverfahren, proteolytische Spaltungen, immunologische Verfahren, MS), Kohlenhydrate (Photometrie, enzymatische Verfahren, Sensoren, chromatographische und elektrophoretische Analysenverfahren, Polysaccharide, Ballaststoffe und Dickungsmittel), Lipide (Extraktionsverfahren, Identifizierung der Fettsäuren und Lipidzusammensetzung durch Chromatographie, Elektrophorese und gekoppelte Methoden), Nukleinsäuren (Polymerase-Kettenreaktion, Southern-Blotting, DNA-Chips), Vitamine (Extraktion, Photometrie, Chromatographie, Elektrophorese), Aromanalytik (Gewinnung, Sensorik, Charakterisierung durch Identifizierung der Einzelkomponenten, Aromaverdünnungsanalyse)
6. Industrielle Analytik: Analytik in technischen Prozessen, Prozessmodellierung, analytische Methoden für Prozessanalytik (Sensoren, Schnelltests, Trennverfahren, radiochemische Methoden), Verknüpfung von chemischer Synthese und Analytik, chromatographische Trennungen im präparativen Maßstab (Thermodynamik, Upscaling, Anlagentechnik), Polymeranalytik, Validierung, GLP, GMP

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Lottspeich, Bioanalytik, Spektrum Akademischer Verlag 2006,

Skoog, Leary, Instrumentelle Analytik, Springer-Heidelberg 1996

Hoffmann, Stroobant, Mass Spectrometry. Principles and Applications, John Wiley and Sons, 3rd ed. 2007

Vertiefungspraktikum Analytische Chemie					AnVP
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>8</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Volmer
<b>Dozent/inn/en</b>	Volmer
<b>Zuordnung zum Curriculum</b> [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich]	Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen</b>	Praktikumsprotokoll
<b>Lehrveranstaltungen / Methoden</b>	Praktikum:  <b>AnV</b> Vertiefungspraktikum Instrumentelle Analytik 8P, WS/SS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Praktikum (6 Wochen à 20 h) 120 h (4 CP) Vor- und Nachbereitung 60 h (2 CP)  Summe: 180 h (6 CP)
<b>Modulnote</b>	unbenotet

#### Lernziele / Kompetenzen

- Literatursuche und selbständiges Erarbeiten von instrumentell-analytischen Methoden, praktische Arbeiten, Einführung in Sicherheitsvorschriften und die Benutzung wissenschaftlicher Geräte
- Anwendung der Analysenmethoden in verschiedenen Bereichen, z. B. Umwelt, Industrie, Klinik, Lebensmittel

#### Inhalt

##### Praktikum (6 CP):

- Literatursuche und Auswahl geeigneter Methoden für ein vorgegebenes analytisches Problem (z.B. Luftschadstoffe, Pflanzenschutzmittel, Fettsäuren, Vitamine, Molkeproteine, polymere Werkstoffe, DNA-Profile)
- Ausgewählte praktische Beispiele aus den Gebieten der Umwelt-, Lebensmittel-, Bio-, Polymer- und industriellen Analytik unter Anwendung elektrophoretischer, chromatographischer, elektrochemischer, atomspektroskopischer und molekülspektroskopischer Analysenmethoden
- Gekoppelte Methoden: GC-MS, HPLC-MS, ICP-MS, ICP-AES
- Aufarbeitung und Probenvorbereitung von Realproben
- Datenauswertung und Methodenvergleich, Verwendung von Datenbanken

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Lottspeich, Bioanalytik, Spektrum Akademischer Verlag 2006,

Skoog, Leary, Instrumentelle Analytik, Springer-Heidelberg 1996

Hoffmann, Stroobant, Mass Spectrometry. Principles and Applications, John Wiley and Sons, 3rd ed.  
2007

Einführung in die Organische Chemie					OC1
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Kazmaier			
<b>Dozent/inn/en</b>	Kazmaier			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Bachelor			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	2 Teilklausuren/ Klausur nach Abschluss aller Lehrveranstaltungen			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (15 Wochen)			4 SWS
	Übung			1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit:			75 Stunden
	Vorbereitung:			135 Stunden
	Summe			----- 210 Stunden
<b>Modulnote</b>	Mittelwert aus den Noten der Teilklausuren / Note der Abschlussklausur			

---

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen:

- die Grundlagen der Organischen Chemie kennenlernen
- Herstellung, Eigenschaften und Reaktionen der verschiedenen Substanzklassen beherrschen
- Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie verstehen und anwenden
- die Nomenklatur organischer Verbindungen erlernen

---

## Inhalt

- Chemische Bindung in organischen Verbindungen: Atombindung, Bindungslängen und Bindungsenergien
- Allgemeine Grundbegriffe der Organischen Chemie: Systematik, Nomenklatur, Isomerie Grundbegriffe organischer Reaktionen
- Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane
- Die radikalische Substitutions Reaktion ( $S_R$ ): Herstellung, Struktur und Stabilität von Radikalen
- Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene, Alkine
- Additionen an Alkene und Alkine: Elektrophile, nucleophile, radikalische Additionen, Cycloadditionen
- Aromatische Kohlenwasserstoffe: Chemische Bindung, Elektronenstrukturen, MO-Theorie, Reaktionen
- Die aromatische Substitution ( $S_{Ar}$ ): elektrophile, nucleophile Substitution
- Halogenverbindungen
- Die nucleophile Substitution ( $S_N$ ) am gesättigten C-Atom:  $S_{N1}$ ,  $S_{N2}$ -Mechanismus
- Die Eliminierungsreaktionen ( $E_1$ ,  $E_2$ ):  $\alpha$ -, $\beta$ -Eliminierung, Isomerenbildung
- Sauerstoff-Verbindungen: Alkohole, Phenole, Ether
- Schwefelverbindungen: Thiole, Thioether, Sulfonsäuren
- Stickstoff-Verbindungen: Amine, Nitro-, Azo-, Hydrazo-, Diazo-Verbindungen, Diazoniumsalze
- Element-organische Verbindungen: Bildung und Reaktivität, Synthetisch äquivalente Gruppen
- Aldehyde, Ketone und Chinone: Herstellung, Eigenschaften und Verwendung, Redoxreaktionen
- Reaktionen von Aldehyden und Ketonen
- Carbonsäuren: Herstellung, Eigenschaften und Verwendung, Reaktionen
- Derivate der Carbonsäuren: Herstellung, Eigenschaften und Verwendung, Reaktionen
- Reaktionen von Carbonsäurederivaten an der Carbonylgruppe, in  $\alpha$ -Stellung zur Carbonylgruppe
- Kohlensäure und Derivate: Herstellung
- Heterocyclen: Nomenklatur, Heteroaliphaten, Heteroaromaten, Retrosynthese, Synthese von Heterocyclen
- Stereochemie: Stereoisomere, Molekülchiralität, Schreibweisen und Nomenklatur
- Kohlenhydrate: Monosaccharide, Disaccharide, Oligo- und Polysaccharide
- Aminosäuren, Peptide und Proteine

---

## Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch

## Literaturhinweise:

Latscha, Kazmaier, Klein, Basiswissen Chemie II: Organische Chemie, Springer Verlag 2002

Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie					OC2
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	WS	1 Semester	3	4
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Wenz			
<b>Dozent/inn/en</b>		Wenz, Jauch, Kazmaier			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>		Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>		Bachelor			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>		Testate Mündliche Prüfung nach Abschluss aller Lehrveranstaltungen			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>		Vorlesung (15 Wochen)		2 SWS	
		Übung		1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>		Präsenzzeit:		45 Stunden	
		Vor- und Nacharbeitung:		75 Stunden	
		Summe		----- 120 Stunden	
<b>Modulnote</b>		Note der mündlichen Prüfung			

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen:

- die Grundlagen Organischer Reaktionen verstehen
- Synthesen der verschiedenen Substanzklassen beherrschen
- Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie verstehen und im Experiment umsetzen
- Synthese und Umwandlung funktioneller Gruppe beherrschen

### Inhalt

- Einleitung Klassifizierung von Reaktionen in der Organischen Chemie, Oxidationsstufen des Kohlenstoffs
- Radikalische Substitution Chlorierung, Bindungsenergien, Radikalkettenreaktionen, Regioselektivität, Bromierung, Hammond Prinzip
- Nucleophile Substitution SN<sub>2</sub>, SN<sub>1</sub>, Stereoselektivität, ambidente Nucleophile
- Eliminierung E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, Konkurrenz Substitution/Eliminierung, Regioselektivität, E1CB, syn-Eliminierungen
- Addition AE, AR, Regio- und Stereoselektivität, Cycloadditionen
- Substitution am Aromaten, SE, Halogenierung, Substituenteneinflüsse, Regioselektivität, Sulfonierung, Nitrierung, Reduktion von Nitroverbindungen, Sandmeyer Reaktion
- Carbonylreaktionen Reaktionen von Nucleophilen mit Aldehyden und Ketonen, bzw. mit Säurederivaten
- Reaktionen C-H acider Verbindungen mit Alkylhalogeniden, Aldehyden und Ketonen, Säurederivaten, vinylogenen Carbonylverbindungen,
- Stickstoffverbindungen, Nitro-, Nitroso, Azo-, Azoxy-, Azid-, Hydrazon-, Hydrazinverbindungen

# Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

## Master Studiengang Biophysik



### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch

### Literaturhinweise:

- Clayden, Greeves, Wothers, Organic Chemistry, Oxford
- Becker, Organikum, Wiley-VCH

Anmeldung: Homepage Prof. Wenz <http://www.uni-saarland.de/fak8/wenz/>.

Kapazität: 12 Teilnehmer je Gruppe, maximal 5 Gruppen

Spektroskopie und Strukturaufklärung in der Organischen Chemie					OC3
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	SS	1 Semester		4
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Jauch			
<b>Dozent/inn/en</b>		Jauch, Kazmaier, Wenz, Speicher			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>		Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>		Bachelor			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>		Testate Mündliche Prüfung nach Abschluss aller Lehrveranstaltungen			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>		Vorlesung (15 Wochen)			2 SWS
		Übung			1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>		Präsenzzeit:			45 Stunden
		Vor- und Nacharbereitung:			75 Stunden
		Summe			----- 120 Stunden
<b>Modulnote</b>		Note des mündlichen Abschlusskolloquiums			

---

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen:

- die Grundlagen der spektroskopischen Methoden, die die OC hauptsächlich nutzt, beherrschen
- die spektroskopischen Methoden der OC zur Strukturaufklärung anwenden können

---

### Inhalt

- NMR-Spektroskopie: Eigenschaften von Kernen, Chemische Verschiebung, Spin-Spin-Kopplung,  $^1\text{H}$ -NMR und Struktur,  $^{13}\text{C}$ -NMR und Struktur
  - Massenspektrometrie: Geräteaufbau, Ionisierungsmethoden, Fragmentierungsreaktionen, Hochaufgelöste Massenspektrometrie
- 

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch

**Literaturhinweise:**

Hesse/Maier/Zeeh, Spektroskopische Methoden in der Organischen Chemie, Thieme Verlag

Anmeldung: Sekretariat Prof. Kazmaier\_

Polysaccharidchemie					MC04
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	2		1 Semester	1	2

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Wenz	
<b>Dozent/inn/en</b>	Wenz, Walter	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Bachelor	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (15 Wochen)	1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit:	15 Stunden
<b>Modulnote</b>	Note der mündlichen Prüfung	

---

### Lernziele / Kompetenzen

Verständnis der wichtigsten Konzepte und Zusammenhänge in der modernen Makromolekularen Chemie.

---

### Inhalt

- Monosaccharide, Disaccharide, Nomenklatur, Schutzgruppen für Hydroxylgruppen
- Methoden der Glykosylierung, Synthese von Di- und Oligosacchariden
- Cyclodextrine, Modifizierung von Cyclodextrinen, Glykocluster
- Amylose, Stärke, industrielle Derivate der Stärke
- Cellulose, industrielle Derivate der Cellulose, regioselektive Modifizierung der Cellulose
- sonstige Polysaccharide (Hemicellulosen, Dextran, Alginat)

---

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch

**Literaturhinweise:**

umfangreiches Begleitmaterial zum Download

Aromatenchemie					OC05
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 2	Turnus	Dauer 1 Semester	SWS 2	ECTS-Punkte 3
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Kazmaier			
<b>Dozent/inn/en</b>		Kazmaier, Jauch			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>		Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>		Bachelor			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>		Klausur			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>		Vorlesung:			2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>		Präsenzzeit:			30 Stunden
		Vor- und Nachbereitung:			60 Stunden
		Summe			----- 90 Stunden
<b>Modulnote</b>		Note aus Klausur			

---

### Lernziele / Kompetenzen

Erlernen grundlegender Eigenschaften, Reaktionen und Herstellungsmethoden von aromatischen Verbindungen

---

### Inhalt

Aromatizität und Antiaromatizität (Benzol, Valenzisomere von Benzol, Cyclobutadien, Cyclooctatetraen, Cyclopentadienylkation, weitere aromatische Moleküle und Ionen, Heteroaromaten). Reaktionen von Aromaten (Klassische elektrophile und nucleophile Aromatensubstitution; gerichtete ortho-Metallierung, Doetz-Reaktion; Übergangsmetall-katalysierte Kreuzkupplungen: Heck, Suzuki, Negishi, Kumada, Sonogashira, Buchwald-Hartwig; Dearomatisierungsreaktionen) Synthese von Aromaten (Reppe, Vollhardt, Witulski, Saito, Mori, Aromaten durch Diels-Alder-Reaktion, Bergman-Cyclisierung)

---

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch

**Literaturhinweise:**

- Jauch: Vorlesungsmanuskript Aromatenchemie

Biotechnologie					BC03
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 2	Turnus	Dauer 1 Semester	SWS 2	ECTS-Punkte 3
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Maier			
<b>Dozent/inn/en</b>		Maier, Heinzle, Stöwe			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>		Teilmodul zum Modul Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht (NBPWP)			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>		Bachelor			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>		Klausur			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>		Vorlesung			2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>		Präsenzzeit:			30 Stunden
		Vor- und Nachbereitung:			60 Stunden
		Summe			90 Stunden
<b>Modulnote</b>		Note der Klausur			

---

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen ein Grundwissen für die technische Herstellung von wichtigen Erzeugnissen der chemischen Industrie und für die Bedeutung chemischer Rohstoffe und deren limitierter Verfügbarkeit entwickeln. Sie sollen mit den Grundlagen der biotechnologischen Produktion vertraut gemacht werden. Sie sollen vertiefte Kenntnisse über Katalysatoren, Katalyse und katalytische Prozesse erhalten. Im Seminar sollen sie lernen, Themengebiete aus der Literatur selbstständig zu erarbeiten und darüber vorzutragen. Das Wissen über Trennprozesse soll vertieft werden

---

### Inhalt

- Biologische Grundlagen der Biotechnologie (Enzyme, Zellen, Stoffwechsel)
- Produktionsorganismen
- Biotransformation
- Fermentation (Bakterien, Hefen und Pilze)
- Zellkultur (Produktion therapeutischer und diagnostischer Proteine)
- Gewebekultur (Haut, Knorpel, ..)
- Biotechnologie in der Pharmaentwicklung
- Pflanzenbiotechnologie
- Umweltbiotechnologie

---

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch

#### Literaturhinweise:

- Weissermel-Arpe, Industrial Organic Chemistry
- Büchner, Schliebs, Winter, Büchel, Industrial Inorganic Chemistry
- Ertl, Knözinger, Weitkamp, Handbook of Heterogeneous Catalysis
- Baerns, Behr, Brehm, Gmehling, Hoffmann, Onken, Renken, Technische Chemie

- Stephanopoulos GN, Aristidou AA, Nielsen J (1998) Metabolic Engineering Principles and Methodologies. Academic Press, San Diego
- Dunn IJ, Heinzle E, Ingham J, Prenosil JE (2003) Biological Reaction Engineering. Dynamic Modelling Fundamentals with Simulation Exercises. 2nd Edition. Wiley-VCH, Weinheim.

Vorlesungsunterlagen werden auch über das Internet zur Verfügung gestellt.



## Inhalt

### Vorlesung PC 09 (3 CP): Fluoreszenzspektroskopie

1. *Laser als spektroskopisches Hilfsmittel* (Funktionsweise, Wellenlängenselektion)
2. *Fluoreszenzfarbstoffe: Farben und einfache Modelle*
3. *Photophysikalische Primärprozesse (Photophysik I): Intensität und Struktur von elektronischen Übergängen* (Übergangsdipolmoment – Franck-Condon-Faktoren)
4. *Fluoreszenzspektroskopie – experimentelle Durchführung* (statische und zeitaufgelöste Spektroskopie; gepulste Laser)
5. *Photophysikalische Konkurrenzprozesse zur Fluoreszenz (Photophysik II): Fluoreszenzlöschung* (Fermi's Goldene Regel – Interne Konversion – Interkombinationsübergänge)
6. *Umgebungseffekte: Gasphase vs. kondensierte Materie – Lösungsmittelleffekte*
7. *Fluoreszenz und chemische Elementarprozesse* (Lichtinduzierter Elektronentransfer – Protonentransfer – Chemilumineszenz)
8. *Vektorieller Charakter des Übergangsdipolmomentes (Photophysik III)* (Anisotropie – Dipol-Dipol-Wechselwirkung – Exzimer/Exzitonen)
9. *Analytik mittels Fluoreszenzspektroskopie* (Indikatoren und Substrate)

### Vorlesung PC 10 (3 CP): Spektroskopische Methoden der Biophysikalischen Chemie

#### **1. Spektroskopie großer Moleküle**

- 1.1 *Magnetische Resonanzspektroskopie* (auch ESR, Festkörper-NMR)
- 1.2 *Elementselektivität: Röntgen- und Mößbauerspektroskopie*
- 1.3 *Spektroskopie funktioneller Gruppen* (IR- & Ramanspektroskopie)
- 1.4 *Elektronenspektroskopie* (Hochauflösung im spektralen Lochbrennen, Einzelmolekülspektroskopie)

#### **2. Aufklärung von Dynamik und Kinetik**

- 2.1 *Nichtgleichgewichtsdynamik* (Frequenz- vs. Zeitdomäne; Relaxationszeiten)
- 2.2 *Gleichgewichtsfuktuationen* (auch Koaleszenz in der NMR, Fluoreszenzkorrelationsspektroskopie)
- 2.3 *Energietransfer als dynamisches Phänomen* (vgl. mit Exzitonen, Dipol-Dipol-Wechselwirkung)
- 2.4 *Zweidimensionale Spektroskopie* (NOES, 2D-IR, 2D-Elektronische Spektroskopie)

#### **3. Abbildende Verfahren mit Fokus auf Fluoreszenzdetektion**

- 3.1 *Bildgebung* (Auflösungsvermögen, konfokales Prinzip; OCT, PET- und MR-Tomographie)
- 3.2 *Kontrastmechanismen* (optisches Fenster, Untergrund, Chemische Bildgebung)
- 3.3 *Fluoreszenzmikroskopische Verfahren* (TIRF, NSOM, FLIM, Zweiphotonenmikroskopie)

#### **4. Manipulation biologischer Vorgänge** (caged compounds, Optogenetik)

### Praktikum Biophysikalische Chemie (3 CP):

Enzymkinetik, Ratiometrische pH-Messung, Fluoreszenzmikroskopie, Fluoreszenzkorrelations-spektroskopie

## Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

**Anmeldung** zum Praktikum BPC vor Semesterbeginn erforderlich

### Literaturhinweise:

W.W. Parson: *Modern Optical Spectroscopy*, 2007 Springer, Berlin-Heidelberg.

J. R. Lakowicz, *Principles of Fluorescence Spectroscopy*, 3<sup>rd</sup> Ed., 2006, Springer

R. Winter, F. Noll: *Methoden der Biophysikalische Chemie*, 1998, Teubner, Stuttgart.

K. van Holde, W. C. Johnson, P.S. Ho: *Principles of Physical Biochemistry*, 2<sup>nd</sup> Ed. 2006, Pearson Education

P.J. Walla: *Modern Biophysical Chemistry*, 2<sup>nd</sup> Ed. 2014, Wiley-VCh, Weinheim

J. Mertz: *Introduction to Optical Microscopy*, 2010, Robert & Co. Publishers.

O. Dössel: *Bildgebende Verfahren in der Medizin*, 2000, Springer, Berlin Heidelberg

D. Meschede: *Optics, Light and Laser*, 2<sup>nd</sup> Ed., 2007, Wiley-VCh.

Modellierung/Programmierung					Abk. ModProg
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	Jährlich	1 Semester (WS)	4	6

**Modulverantwortliche/r** John, Louis, Rjasanow

**Dozent/inn/en** Dozenten der Mathematik

**Zuordnung zum Curriculum** Nicht biophysikalische Wahlpflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Schriftliche oder mündliche Prüfung  
(Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)

**Lehrveranstaltungen / SWS** Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)

**Arbeitsaufwand** 30 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
30 h Kontaktzeit in den Übungen  
120 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 180 h.

**Modulnote** Note der schriftlichen bzw. der mündlichen Abschlussprüfung\*

---

### Lernziele / Kompetenzen

Erwerb von grundlegenden Kenntnissen in der Modellierung sowie von Programmier-techniken mit mathematischen Anwendungsschwerpunkt

---

### Inhalt

- Einfache Modellierungsprobleme
- IT-Grundlagen (Hard-, Software, Algorithmen, Betriebssystem LINUX)
- Einführung in die Programmiersprache C
- Programmierung einfacher numerischer Algorithmen
- Optional: Einführung in MATLAB
- Optional: Einführung in LaTeX

---

### Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** Deutsch

**Literaturhinweise:** Bekanntgabe jeweils zu Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.  
Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit  
(Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Schlüsselqualifikationen					SQ
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>WS + SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2</b>	ECTS-Punkte <b>2</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in bzw. Studienbeauftragte/r der Physik		
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten des Sprachenzentrums, Dozenten der Physik		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Biophysikalische Wahlpflicht (BPWP)		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Siehe einzelne Teilmodule		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Siehe einzelne Teilmodule		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung		2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit		30 Stunden
	Vor- und Nachbereitung		30 Stunden
	Summe		----- 60 Stunden
<b>Modulnote</b>	Unbenotet		

---

#### Lernziele/Kompetenzen

- Vermittlung von fachübergreifenden Kompetenzen, wie z.B. technisches Englisch, Selbstorganisation, Projektpräsentation, die dem Berufseinstieg förderlich sind.

---

#### Inhalt

Siehe einzelne Teilmodule

---