

# **Zusatz zum Modulhandbuch**

## **für den Master Studiengang Biophysik**

Mit Modulbeschreibungen zu zusätzlichen Veranstaltungen gem. § 6 der  
Studienordnung für den Master Studiengang Biophysik vom 14. März 2013

RS-Sem.	Modul	CP	SWS
<b>Zusätzliche Veranstaltungen Studiengang Master Biophysik PO 2013</b> (gemäß §6 der Studienordnung für den Master-Studiengang Biophysik vom 14.03.2013)			
3	Phasenübergänge 2. Art und kritische Phänome	3	2
3	Elektronenmikroskopie	5	4
3	Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung	5	4
3	Neurobiologie	9	8
3	Introduction to Stochastic Processes in Biophysics	5	4
2	Informatik und Programmierung (ITG 2)	6	4
2	Elektronik und Mikrocontrollerprogrammierung (ITG 3)	6	4
2	Computational Molecular Biophysics	5	4
2	Kapillarität und Benetzungsphänomene	5	4
2	Allgemeine Relativitätstheorie	3	3
2	Biomembranen	5	4
3	Image Processing and data analysis methods	5	4
2	Quantum Field Theory	5	4
2	Build your own microscope	5	5
2	Mathematical methods for modern physics	5	4
2	High resolution light- and electron-microscopy	5	4
2	Optik für Fortgeschrittene – Advanced Optics	5	4
2	Sprachkurs	Max. 4	2-4

Modul <b>Phasenübergänge 2. Art und kritische Phänomene</b> <b>Transitions de phases et phénomènes critiques</b>					Abk. <b>Crit</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1,3</b>	<b>3</b>	<b>WS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	Henkel
<b>Dozenten</b>	Henkel
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Physik, Teilmodul zum Modul Physikalische Wahlpflicht (PWP) (für Master und Doktoranden)
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Grundkenntnisse der statistischen Mechanik nützlich
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	mündliche Prüfung oder Klausur, Teilnahmevoraussetzung: regelmäßige Teilnahme
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesungen 15 Wochen à 2 SWS 30 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 60 Stunden
<b>Modulnote</b>	Note aus der Klausur bzw. mündlichen Prüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Einführung in der Physik der Phasenübergänge 2. Art und ihre Beschreibung durch universelle kritische Exponenten. Konventionelle selbst-konsistente Methoden sind grundsätzlich nicht in der Lage, weder die Werte dieser Exponenten noch ihre Universalität korrekt vorherzusagen. Begriff und Benutzung der Renormierungsgruppe.

---

### Inhalt

Begriff der kritischen Phänomene, Zusammenhang mit Singularitäten der thermodynamischen Potentiale, kritische Exponenten, Begriff der Universalität, Skalengesetze, Renormierungsgruppe, Anwendungen in klassischen und quantenmechanischen Systemen, exakt lösbare Modelle zur Illustration

---

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: german (if necessary, english is also possible ;  
l'enseignant est particulièrement ouvert aux besoins des étudiants francophones)

### Literaturhinweise:

J.L. Cardy „Scaling and Renormalization in Statistical Physics” (Cambridge University Press 1996)  
M.E. Fisher in F. Hahn (ed) “Critical Phenomena” Springer Lecture Notes in Physics 186 (1983)  
J.M. Yeomans “Statistical mechanics of phase transitions”, Oxford University Press (1993)

Modul <b>Elektronenmikroskopie</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1 o. 2</b>	<b>2</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	de Jonge
<b>Dozent/inn/en</b>	de Jonge
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Modul Physikalische Wahlpflicht (PWP)
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Optik und Experimentalphysik
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (3 SWS) - Seminar (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsenzzeit: 4 SWS x 10 Wo. = 40 h</li> <li>- Vor- und Nachbereitung (V): 3 h/Wo x 10 Wo. = 30 h</li> <li>- Praktikum: 6 SWS x 4 Wo. = 24 h</li> <li>- Klausur: 2 h</li> <li>- Praktikum Protokoll: 3 h/Wo x 4 Wo. = 12 h</li> <li>- Vorbereitung Klausur: 6 h/Wo x 7 Wo. = <u>42 h</u></li> <li><b>Summe</b> 150 h</li> </ul>
<b>Modulnote</b>	Aus der Klausurnote

### Lernziele/Kompetenzen

Physikalisches Verständnis der Funktionsweise der Elektronenmikroskopie sowie der Interaktion zwischen Elektronenstrahl und Material, Wissen von 1) Bildaufbau, 2) verschiedenen Kontrastverfahren, 3) Beugung, 4) Elementanalyse, 5) der Komponenten eines Elektronenmikroskops, Kenntnisse über die wesentlichen Anwendungsbereiche der Elektronenmikroskopie. Selbstständiges Bedienen eines Rasterelektronenmikroskops und eines Transmissionselektronenmikroskops.

### Inhalt

Einführung in die Grundlagen der Elektronenmikroskopie mit Themen wie Elektronenstreuung, Beugung, Kontrast bzw. Auflösung, Arten der Elektronenmikroskopie, Komponenten eines Elektronenmikroskops, Anwendungen in der modernen Wissenschaft usw.

Es wird ein Praktikum angeboten, in dem jeder Student(in) lernt, selbstständig sowohl ein Rasterelektronenmikroskop als auch ein Transmissionselektronenmikroskop zu bedienen und damit Experimente durchzuführen

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch

### Literaturhinweise:

- D.B. Williams, C.B. Carter, Transmission electron microscopy, Springer 1996.
- Andrew N. Cleland: Foundations of Nanomechanics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003
- L. Reimer, Scanning electron microscopy: physics of image formation and micranalysis, Springer 1998.
- L. Reimer, H. Kohl, Transmission electron microscopy: physics of image formation, Springer 2008.

Modul <b>Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung</b>					Abk.
Studiensem. <b>1 oder 2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Chrisian Wagner
<b>Dozent/inn/en</b>	Christian Wagner
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Biophysikalische Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Mechanik und Feldgleichungen (Typischerweise erworben in Modulen EP I und EP II und TPI und TP II)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben bzw. Seminarvortrag; anschließend mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (3 SWS) Übung/Seminar zur Vorlesung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsenzzeit Vorlesungen 45 Stunden 15 Wochen à 3 SWS</li> <li>- Präsenzzeit Übungen 15 Stunden 15 Wochen à 1 SWS</li> <li>- Vor- und Nachbearbeitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben Klausur- und Prüfungsvorbereitung <u>90 Stunden</u></li> <li>Summe 150 Stunden</li> </ul>
<b>Modulnote</b>	Aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung

#### Lernziele/Kompetenzen

- Überblick über aktuelle Forschungsfragen wie Selbstorganisation in hydrodynamischen und biologischen Systemen
- Die Fähigkeit eine einfach lineare Stabilitätsanalyse zu machen
- Bifurkationen von Modellsystemen bestimmen zu können
- Eine elementare Analyse chaotischer System zu erstellen

#### Inhalt

- Klassifikation nichtlinearer Differentialgleichungen
- Einführung in die lineare Stabilitätsanalyse
- Vorstellung experimenteller Modellsystem aus der Hydrodynamik und der Biologie
- Bifurkationen
- Chaostheorie
- Konzepte zur Strukturbildung, Ginzburg Landau Gleichungen
- Strukturbildung in hydrodynamischen und biologischen Modellsystemen
- Defekte und Fronten

Weitere Informationen  
Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:

- Strogatz, Nonlinear Dynamics And Chaos: With Applications To Physics, Biology, Chemistry, And Engineering, Westview Press, ISBN 978-0738204536
- Daniel Waelgraf, Spatio-Temporal Pattern Formation: With Examples from Physics, Chemistry, and Materials Science, Springer, ISBN 978-1461273110
- Scott Camazine et al., Self-Organization in Biological Systems, Princeton Univers. Press, ISBN 978-0691116242

Modul <b>Neurobiologie</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus <b>Jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>8</b>	ECTS-Punkte

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Uli Müller
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Uli Müller Dozent(in)en der Fachrichtung
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	V Pflichtveranstaltung LAB, LS1+2, LS 1, LPS1 P Pflichtveranstaltung LAB, LS1+2, Wahlpflichtveranstaltung LS1 S Pflichtveranstaltung, LAB, LS1+2, LS1 V,P, S Biophysikalische Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur, Protokolle, Seminarvorträge
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2 SWS Vorlesung Neurobiologie 3 SWS Praktikum Neurobiologie 1 SWS Seminar zum Praktikum 2 SWS Seminar Neurobiologie
<b>Arbeitsaufwand</b>	<u>Vorlesung</u> 30 h Präsenzzeit 60 h Selbststudium  <u>Praktikum</u> 60 h Präsenzzeit 45 h Vorbereitung  <u>Seminar zum Praktikum</u> 15 h Präsenzzeit  <u>Seminar</u> 30 h Präsenzzeit 30 h Selbststudium
<b>Modulnote</b>	100% Klausur

#### Lernziele/Kompetenzen

- Grundlegende theoretische und praktische Kenntnisse der molekularen und zellulären Neurobiologie.
- Verständnis von Aufbau und Funktion der Sinnesorgane, der neuronalen Prozessierung von externen und internen Signalen und der Motorsteuerung im menschlichen Gehirn
- Grundlegende Kenntnisse im praktischen Umgang mit Methoden und Techniken der Neurobiologie
- Kompetenz in der Auswahl, Planung, und Durchführung von Versuchen
- Kompetenz bei der Gewinnung, Auswertung und Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse
- Kompetenzen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen in Teamarbeit
- Kompetenz in Literaturrecherchen und Präsentation von Ergebnissen

---

## Inhalt

### Vorlesung

- Grundlagen der zellulären und molekularen Neurobiologie
- Anatomie, Entwicklung und funktionelle Organisation des menschlichen Nervensystems mit Schwerpunkt Gehirn
- Informationsverarbeitung am Beispiel sensorisch-motorischer Systeme
- Zelluläre und molekulare Grundlagen von Sprache, Verhalten, Lernen und Gedächtnis, Sucht, Angst, Schmerz, usw.
- Erkrankungen und Fehlfunktionen des Nervensystems, Aufmerksamkeit, Bewusstsein, Großhirn
- Moderne Methoden zur Untersuchung von Gehirnfunktionen

### Praktikum

- Ausgewählte Versuche zur Untersuchung grundlegender Prinzipien neuronaler Funktionen
- Zusammenhang zwischen vegetativen und neuronalen Funktionen
- Versuche zu Themenbereichen wie Sinnessysteme, Aufmerksamkeit, Motivation, Lernen, etc.
- Erarbeiten und Vorstellen von Schulversuchen zur Neurobiologie

### Seminar

- Vertiefung des Stoffes anhand ausgewählter Themen

---

## Weitere Informationen

- Unterrichtssprache(n): deutsch
- Anmeldung: online über LSF
- Empfohlene Literatur:
  - Baer M, et al., Neuroscience: Exploring the Brain, Lippincott Williams & Wilkins
  - Kandel, E et al., Principles of Neural Sciences, McGraw-Hill
  - Kandel, E.R. Schwartz J.H. und Jessell T.M. Neurowissenschaften, Spektrum Lehrbuch
  - Thompson, R. F. Das Gehirn. Von der Nervenzelle zur Verhaltenssteuerung, Spektrum Lehrbuch

Modul <b>Introduction to Stochastic Processes in Biophysics</b>					Abk. <b>ISPB</b>
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Reza Shaebani		
<b>Dozent/inn/en</b>	Dr. Reza Shaebani		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Physik, Wahlpflicht Master Biophysik, Wahlpflicht		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder Mündl. Prüfung Teilnahmevoraussetzung: Bearbeitung der Übungsaufgaben		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	- Vorlesung (3 SWS) - Übung (1 SWS)		
<b>Arbeitsaufwand</b>	- Präsenzzeit Vorlesungen 15 Wochen (3 SWS)		45 Stunden
	- Präsenzzeit Übung 15 Wochen (1 SWS)		15 Stunden
	- Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung		90 Stunden
	-----		
	Summe		150
Stunden			
<b>Modulnote</b>	Aus der Klausurnote (und kann durch Leistungen in den Übungen verbessert werden)		

### Lernziele/Kompetenzen

- Ability to mathematically analyze fluctuating biological data
- Ability to develop physical models for stochastic processes in biological systems
- Practice interdisciplinary research
- Ability to independently read related biophysical publications

### Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät (NT) Master Studiengang Physik

### Inhalt

- Introduction to stochastic processes
- Transport processes in biological systems



- First passage times
  - Exclusion processes
  - Aggregation, fragmentation, and coarsening mechanisms
  - Population dynamics
  - Gene expression and regulatory networks
  - Structure and dynamics of complex networks
  - Self-organization in cells and reaction-diffusion models
  - Stochastic ion channels
- 

## **Weitere Informationen**

**Unterrichtssprache:** English

### **Literaturhinweise:**

- C. Gardiner, Stochastic Methods: A Handbook for the Natural and Social Sciences, Springer, 2009
- ⤴ N.G. van Kampen: Stochastic Processes in Physics and Chemistry, North Holland, 2007
- ⤴ P. L. Krapivsky, S. Redner, E. Ben-Naim: A Kinetic View of Statistical Physics, Cambridge University Press, 2010
- ⤴ P. C. Bressloff: Stochastic Processes in Cell Biology, Springer, 2014



### **Lernziele/Kompetenzen**

Die Veranstaltung vermittelt vertiefte und breitgefächerte Kenntnisse aus den Bereichen Programmiersprachen und objektorientierte Programmierung, sowie elementare Grundlagen der theoretischen Informatik (Compilerbau, Komplexitätstheorie, Laufzeitanalyse, Datenstrukturen, Algorithmen, Optimierung), Technik der parallelen und GPU-Programmierung, Assembler sowie fortgeschrittene Kenntnisse in Computeralgebrasystemen und anwendernahen Sprachen wie Matlab. Darüberhinaus werden eine Reihe optionaler Wahlthemen angeboten wie z.B. Prinzipien und Methoden der Künstlichen Intelligenz. Das Hauptaugenmerk liegt auf praktischen Aspekten im Hinblick auf Anwendungen und Anforderungen in der Physik.

### **Inhalt**

- Praxis: Programmiersprachen C, C++, Python, OpenCL, Assembler, awk
- Objektorientierte Programmierung: Kapselung, Abstraktion, Vererbung, Polymorphie
- Datenstrukturen: Zeiger, Listen, Bäume, Klassen, Objekte, Templates, Container, Funktoren..
- Algorithmen: Deterministische und nicht-deterministische Programmierung, Komplexitätsklassen, Suchverfahren, Parallelisierung und Nebenläufigkeit, numerische Methoden in der Physik
- Grundlagen Compilerbau: Grammatiken, Lexer, Parser, Optimierung
- Approximative Methoden der KI, z.B. genetische Algorithmen, Neuronale Netze, Clusteranalyse (Big-Data)
- Praxis: Maple/Mathematica zur analytischen und numerischen Behandlung physikalischer Probleme, Messwertverarbeitung und Darstellungstechniken mit Matlab
- Linux-Kernelmodule und device-Treiber

### **Weitere Informationen**

Der modulare Aufbau der Veranstaltung beinhaltet mehrere optionale Themengebiete, die während des Semesters je nach Interesse der Studenten ausgewählt werden.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Skripte früherer Vorlesungen unter 'Lehre': <https://134.96.30.182/~chhof/>



### **Lernziele/Kompetenzen**

Vermittelt werden breitgefächerte und anwendungsnahe Kenntnisse aus den Gebieten Analog- und Digitalelektronik, lineare Systemtheorie, Signalanalyse, Informationstheorie und Mikrocontrollerprogrammierung. Im Vordergrund stehen dabei das physikalische Verständnis für elektronische und elektrotechnische Zusammenhänge, sowie die Umsetzung praktischer Mess-, Steuer- und Regeltechniken mit Mitteln der Analog- bzw. Digitalelektronik. Die Ansteuerung und Verwendung Standardbausteine (ICs), die Entwicklung komplexerer Schaltungen und die Handhabung typischer Messgeräte wie Oszilloskop oder Logic-Analyzer zur Analyse und Fehlersuche wird in einer Vielzahl praktischer Aufgaben eingeübt. Damit soll die Veranstaltung eine wesentliche Lücke zwischen der theoretisch-physikalischen Ausbildung und den Anforderungen der experimentellen Arbeit schließen.

### **Inhalt**

- Elektrotechnische Grundlagen: Pegelrechnung, Signaltypen, Messgerätepraxis (Oszilloskop, Lockin-Verstärker, Curve-Tracer, Logic-Analyzer), physikalische und elektrotechnische Grundlagen verschiedener Sensoren und Aktoren, Schaltungssimulation/-analyse mit gncap/SPICE und Schaltungsdesign mit gEDA (Entwicklung und Herstellung eigener PCBs)
- Grundlagen Analogelektronik: Bauelemente (BJT, FET, Thyristor, Triac, Lambda-Diode) und Grundschaltungen, Ersatzschaltungen und Kleinsignalanalyse, OpAmp-Schaltungen, Lineare Systemtheorie (Laplace-Transformation vs. Mikosinski-Kalkül, Bode-, Cole-Cole- und Smith-Diagramme), analoge Filter und Regler, DAC, ADC, Sample&Hold-Schaltung, Rauschen und Rauschanalyse, PLL am Beispiel SDR
- Digitalelektronik: Gatterlogik, TTL, Normalformen, FlipFlops, Multiplexer, Shiftregister, Erstellung und Debugging digitaler Schaltungen
- Kommunikationsprotokolle: RS232, SPI, I2C, eigene Arduino-Implementierung, Steuerung verschiedener ICs (Aktoren und Sensoren) über SPI/I2C
- Grundlagen der Informationstheorie und einfache Modulationsverfahren, RF-Technik (433MHz), Realisation einfacher Steuerungsprozesse über RF
- Programmierung und Verwendung von Mikrocontrollern für physikalische Aufgaben (Grundlagen, spezifische Programmier Techniken, angewandte Probleme der Messwerterfassung und Regelungstechnik in typischen Laboranwendungen)
- FPGA-Programmierung: Aufbau und Funktionsprinzip, Grundlagen HDL-Programmierung (verilog oder HDML), einfache digitale Steuerungen und Filter auf FPGAs
- Grundlagen der Hochspannungselektronik: Schaltungstechniken, Anwendungen (Inverter, StepUp, SSTC)

### **Weitere Informationen**

Der modulare Aufbau der Veranstaltung beinhaltet mehrere optionale Themengebiete, die während des Semesters je nach Interesse der Studenten ausgewählt werden.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Skripte früherer Vorlesungen unter 'Lehre': <https://134.96.30.182/~chhof/>

Modul Computational Molecular Biophysics					Abk.
Studiensem. 1./2.	Regelstudiensem. 2	Turnus	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Hub			
<b>Dozent/inn/en</b>		Hub			
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>		Teilmodul zum Modul Physikalische Wahlpflicht			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>		Keine formalen Voraussetzungen  Inhaltliche Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in statistischer Physik, Quantenmechanik und Elektrostatik			
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>		Mündliche Prüfung			
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b> [ggf. max. Gruppengröße]		Vorlesung:		2 SWS	
		Computerpraktikum:		2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>		Präsenzzeit Vorlesungen: 15 Wochen a 2 SWS		30 Stunden	
		Präsenzzeit Computerpraktikum: 15 Wochen a 2 SWS		30 Stunden	
		Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und der Computerpraktika, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung		90 Stunden	
		Summe		----- 150 Stunden	
<b>Modulnote</b>		Aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung			

### Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden sollen:

- nach erfolgreicher Teilnahme die Methoden und Konzepte der computergestützten molekularen Biophysik verstehen;
- Verständnis entwickeln, wie physikalische Prinzipien, insbesondere die statistische Mechanik und die Quantenmechanik, die Funktion und Dynamik von Proteinen bestimmen;
- unter Anleitung computergestützte Simulationen durchführen und auswerten können und mit deren Hilfe die Funktion von Proteinen untersuchen können.

### Inhalt

- Struktur, Funktion und intramolekulare Wechselwirkungen von Proteinen
- Molekulardynamiksimulationen, ihre zugrundeliegenden Näherungen und effiziente Algorithmen, Integration der Bewegungsgleichungen
- Elektrostatik in Proteinen, Lösungsmittelleffekte, Protonierungsgleichgewicht
- Proteinstrukturbestimmung (Röntgenkristallographie und Kernspinresonanz)
- Monte-Carlo-Simulationen
- Kollektive Dynamik: Hauptkomponentenanalyse und Normalmodenverfahren
- Grundlagen der Bioinformatik: Sequenzalignment, Strukturvorhersage
- Freie-Energie-Rechnungen: Free energy perturbation, thermodynamic integration, Umbrella sampling
- Nichtgleichgewichtsthermodynamik: Jarzynski-Gleichung und Crooks-Theorem
- Ladungstransport in Proteinen
- Ralentheorie: Eyring-Theorie, Smoluchowski-Gleichung, Kramers-Theorie
- Quantenchemie: Hartree-Fock-Methode und Dichtefunktionaltheorie
- Quantenmechanische/Molekularmechanische Simulationen (QM/MM)

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch oder Deutsch

Literaturhinweise: Werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

---

Kapillarität und Benetzungsphänomene Von tropfenden Wasserhähnen, instabilen Polymerfilmen bis zur Ölförderung					Abk.
Studiensem. 1 oder 2	Regelstudiensem. 2	Turnus	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Seemann
<b>Dozent/inn/en</b>	Seemann
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Mechanik (typischerweise erworben in Modulen EPI und EP II und TP Ib und TP II)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben bzw. Seminarvortrag; abschließend mündl. Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (3 SWS) Übung/Seminar zur Vorlesung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzzeit Vorlesungen 15 Wochen à 3 SWS <span style="float: right;">45 Stunden</span></li> <li>• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS <span style="float: right;">15 Stunden</span></li> <li>• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung <span style="float: right;">90 Stunden</span></li> <li>-----</li> <li>Summe <span style="float: right;">150 Stunden</span></li> </ul>
<b>Modulnote</b>	Aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung

### Lernziele/Kompetenzen

- Überblick über aktuelle Forschungsfragen und Anwendungen zu Kapillarität, Be- und Entnetzung
- Kenntnis der typischen experimentellen Mess- und Charakterisierungsmethoden
- Überblick über lang- und kurzreichweitige Benetzungskräfte, ihre Beschreibung im Rahmen des „effektiven Grenzflächenpotentials“ und ihren Einfluss auf die Symmetriebrechung bei der Entnetzung
- Effekte an der Dreiphasenkontaktklinie
- Kontinuumsmechanische Beschreibung der Hydrodynamik von Grenzflächen
- Kenntnis der Benetzung spezieller (topographisch oder chemisch strukturierter) Oberflächen
- Überblick über Anwendungen der Kapillarität im Rahmen der feuchten granularen Materie und benetzungsabhängige getriebene Flüssigkeitsfronten in porösen Medien.

### Inhalt

- Grundlagen der Kapillarität
- Experimentelle Methoden Kontaktwinkel- und Oberflächenspannungsmessung, Dünnschichtmessung, Kraftmikroskopie und Röntgentomographie
- Effekte an der Dreiphasenkontaktklinie
- Entnetzung, treibende Kräfte für die Entnetzung
- Marangoni-Effekt (Eine neue Perspektive beim Trinken von Rotwein)
- Kontinuumsbeschreibung der langreichweitigen Benetzungskräfte und spinodale Entnetzung
- Hydrodynamik von Grenzflächen wie Rayleigh-Plateau Instabilität und Lucas-Washburn Gesetz
- Benetzung chemisch und topographisch strukturierter Oberflächen (z.B. Wenzel Modell, Cassie-Baxter Modell, Kantenbenetzung, superhydrophobe Oberflächen (Lotus-Effekt))
- Benetzung räumlicher Kugelschüttungen (wie „klebt“ Wasser eine Sandburg zusammen)
- Quasi statische Beschreibung einer Flüssigkeitsfront, die in ein poröses Medium eindringt (Prozesse die bei Ölförderung auf der Längenskala einzelner Poren ablaufen)



---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch, auf Wunsch auch Englisch

Literaturhinweise:

Die Veranstaltung wird den Grundzügen des Lehrbuchs „Capillarity and Wetting Phenomena - Drops, Bubbles, Pearls, Waves“ von Pierre-Gilles de Gennes, Francois Brochard-Wyart und David Quéré folgen. In einzelnen Themenbereichen wird es ergänzt durch aktuelle Bücher und Journalartikel wie

- S. Herminghaus, “Wet Granular Matter – A Truly Complex Fluid” World Scientific, Series in Soft Condensed Matter Vol. 6
  - O. K. C. Tsui, T. P. Russell “Polymer Thin Films” World Scientific, Series in Soft Condensed Matter Vol. 1
  - J. Israelachvili “Intermolecular And Surface Forces” Academic Press
  - E. Y. Bormashenko “Wetting of real Surfaces” De Gruyter
  - D. Myers “Surfaces, Interfaces and Colloids – Principles and Applications” Wiley-VCH
-

Modul Allgemeine Relativitätstheorie					ART
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
			<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Santen		
<b>Dozent/inn/en</b>	Santen		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Physikalische Wahlpflicht		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen  Inhaltliche Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in spezieller Relativitätstheorie		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b> [ggf. max. Gruppengröße]	Vorlesung:	2 SWS	
	Präsenzübung:	1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesungen: 15 Wochen a 2 SWS	30 Stunden	
	Präsenzzeit Übungen: 15 Wochen a 1 SWS	15 Stunden	
	Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und der Computerpraktika, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung	45 Stunden	
	Summe	----- 90 Stunden	
<b>Modulnote</b>	Aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung		

### Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden sollen:

- Nach erfolgreicher Teilnahme die physikalischen Prinzipien der allgemeinen Relativität verstehen.
- Den mathematischen Formalismus der allgemeinen Relativität anwenden können;
- Anwendungen der allgemeinen Relativitätstheorie kennenlernen.

### Inhalt

- Riemannsche Differentialgeometrie, metrische Beschreibung gekrümmter Räume
- Beschreibung der allgemeinen Relativität als geometrische Theorie der Gravitation
- Tensorielle Formulierung der allgemeinen Relativität
- Die Einsteinschen Feldgleichungen
- Gravitationswellen

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch oder Deutsch

Literaturhinweise: Werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

Modul <b>Biomembranen</b>					Abk.
Studiensem. <b>1 oder 2</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

**Modulverantwortliche/r** Dr. Jean-Baptiste Fleury

**Dozent/inn/en** Dr. Jean-Baptiste Fleury

**Zuordnung zum Curriculum** Wahpflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen.  
Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Biophysik

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben bzw. Seminarvortrag; abschließend münd. oder schriftl. Prüfung.

**Lehrveranstaltungen / SWS** Vorlesung (3SWS)  
Übung/Seminar zur Vorlesung (1SWS)

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 3SWS	45 Stunden
Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1SWS	15 Stunden
Vor-und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung	90 Stunden
<hr/>	
Summe	150 Stunden

**Modulnote** Aus dem Ergebnis der mündlichen oder schriftlichen Prüfung

### Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden lernen mehrere grundlegende Konzepte der Biophysik einschließlich thermischer Fluktuation und thermischer Diffusion. Beispielsweise, um zu verstehen wie Zellen physikalische Prozesse nutzen, um biologische Funktionen auszuführen. Als biologisches Paradigma wird das zelluläre Membransystem (und deren Funktionen), mit besonderer Aufmerksamkeit für die Signalübertragung in der Plasmamembran, umfassend abgedeckt. Dies liegt daran, dass die Membranen von entscheidender Bedeutung sind für eine Vielzahl von zellulären Prozessen in den Bereichen Krebsbiologie, Immunologie, Neurowissenschaften etc.. Die Membran-Systeme stellen zudem ein interessantes und nützliches biologisches Paradigma dar, um zu lernen, wie die Lebensprozesse durch thermische physikalische Prozesse ermöglicht werden. Um die thermischen, stochastischen Prozesse, die von Rezeptoren und nachgeschalteten Signalmolekülen in Zellen signalisiert werden, direkt "sehen" zu können, werden die Methoden des „Single-Molecule-Imaging-Tracking“ und deren Manipulation sehr ausführlich diskutiert. Durch diese Veranstaltung werden die Studierenden das interdisziplinäre Feld der Biologie, der Chemie, der Physik und der mathematischen Wissenschaft besser verstehen.

- 
- Inhalt**
- Beschreibung von Zellmembranen
  - Thermische Diffusion und Fluktuation und ihre Auswirkungen auf Zellmembranen
  - Protein-Wechselwirkung in Biomembranen
  - Signalmembranen und Membrandeformationen (Endozytose, Exozytose)

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: englisch oder deutsch

Literaturhinweise: Eine Literaturliste wird in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben.

Modul					Abk.
<b>Image processing and data analysis methods</b>					<b>ISPB</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Jedes SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Reza Shaebani	
<b>Dozent/inn/en</b>	Dr. Reza Shaebani	
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Physik, Nicht-Physikalische Wahlpflicht Master Biophysik, Nicht-Biophysikalische Wahlpflicht	
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündl. Prüfung Teilnahmevoraussetzung: Bearbeitung der Übungsaufgaben	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (3 SWS) Übung (1 SWS)	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesungen 15 Wo. (3 SWS)	45 h
	Präsenzzeit Übung 15 Wo. (1 SWS)	15 h
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung	90 h
	Summe	150 h
<b>Modulnote</b>	Aus der Prüfungsnote (und kann durch Leistungen in den Übungen verbessert werden)	

#### Lernziele/Kompetenzen

- Ability to process experimental images and videos and extract data
- Ability to mathematically analyze experimental and biological data
- Practice interdisciplinary research
- Ability to refine images and videos to improve visualization
- Ability to develop system-specific image processing tools and packages

#### Inhalt

- Mathematical preliminaries and introduction to digital image fundamentals
- Image transforms, linear vs nonlinear operations, discrete Fourier transform
- Image enhancement, filtering, smoothing, sharpening
- Image restoration, noise reduction and inverse transformation
- Processing of color images
- Image segmentation
- Image compression, diffusion-based image compression
- Particle tracking algorithms
- Edge, region, boundary detection
- Data analysis methods
- Particle Image Velocimetry (PIV) technique
- Archiving and mining Metadata

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch

#### Literaturhinweise:

- R. C. Gonzalez and R. E. Woods: *Digital Image Processing*, Pearson Education, 2001.
- A. K. Jain: *Fundamentals of Digital Image Processing*, Pearson Education, 2001.
- B. Chanda and D. D. Majumdar: *Digital Image Processing and Analysis*, PHI, 2003.
- P. C. Bressloff: *Stochastic Processes in Cell Biology*, Springer, 2014
- F. James: *Statistical Methods In Experimental Physics*, World Scientific Press, 2006.

Modul Quantum Field Theory					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1 oder 2	2		1 Semester	4	5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. David Edward Bruschi, Prof. Dr. Frank. Wilhelm-Mauch
<b>Teacher</b>	Dr. David Edward Bruschi
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Elective course
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	No formal requirements. Content requirements: basic knowledge of theoretical quantum physics and special relativity.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Housework as well as exam or oral examination
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Frontal lectures (3 SWS) - Seminar (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	- Presence time: 60 h (4 SWS x 15 weeks) - Preparation and follow-up (V): 30 h (2 h / week x 15 week) - Preparation of seminar lecture and writing the written version: 60 h (4 h / wk. X 15 wk.)
<b>Modulnote</b>	From the exam grade or grade of the oral exam.

---

### Lernziele/Kompetenzen

Introduction to the methods of quantum field theory;  
Overview of the basic concepts and methods of quantum field theory;  
Independent work on a narrowly defined subject area based on given literature.

---

### Inhalt

Spin zero fields.  
- Quantization;  
- Spin-statistics theorem;  
Spontaneous symmetry breaking.  
Path integral formulation.  
Spin one field.  
- Maxwell equations;  
- Spinor Electrodynamics  
Optional: Spin one-half fields.

---

Weitere Informationen

**Unterrichtssprache:** English

### Literaturhinweise:

*Quantum Field Theory*, M. Srednicki — gratis download von  
[\[https://web.physics.ucsb.edu/~mark/ms-gft-DRAFT.pdf\]](https://web.physics.ucsb.edu/~mark/ms-gft-DRAFT.pdf)  
*Quantum Field Theory* — C. Itzykson, J.-B. Zuber, McGraw Hill 1980, Dover 2006, ISBN 0-486-44568-2

Modul <b>Build your own microscope</b>					Abk. <b>BYOM</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Sommersemester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>5</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	<b>Prof. Dr. Franziska Lautenschläger</b>
<b>Dozent</b>	<b>Jun.-Prof. Dr. Laura Aradilla Zapata, Prof. Dr. Franziska Lautenschläger, Jun.-Prof. Dr. Marcel Lauterbach</b>
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Biophysikalisches Wahlpflicht-für Masterstudenten der Biophysik</b>
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	VL Optik oder Äquivalent Englischkenntnisse (mindestens B2 , entspricht deutschem Abitur)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung, Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Ausarbeitung der Laborprotokolle
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2 SWS Vorlesung, 3 SWS Praxis Veranstaltung findet im Block an 10 hintereinander folgenden Tagen statt.
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Vorlesung, 50 h Praxis sowie 60 h Vor- und Nachbereitung inkl. Ausarbeitung von Protokollen
<b>Modulnote</b>	benotet

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Grundlagen der Optik
- Intuitives Verständnis für optische Mikroskopie
- Direkte Anwendung theoretisch erarbeiteter Kenntnisse in der Praxis
- Aufbau und Bedienung eines komplexen Gerätes (optisches Mikroskop)
- Erlernen verschiedener optischer Bildgebungsmethoden
- Anwendungsmöglichkeiten der optischen Mikroskopie
- Erstellen von wissenschaftlichen Protokollen
- Sozialkompetenz und Teamwork durch Arbeit in Kleingruppen
- Fachbezogene englische Sprachkompetenz

---

### Inhalt

- Einführung in optische Bildgebung
- Köhlerbeleuchtung
- Abbe'sche Theorie der Bildentstehung
- Kontraststeigerungsverfahren
- Fluoreszenzmikroskopie
- Spektren und Filter

---

Weitere Informationen: Vorlesungs- und Praxismaterialien in englischer Sprache. Die unter [1] und [2] aufgeführten Kursmaterialien müssen vor Kursbeginn ausgedruckt und selbstständig erarbeitet werden.

Unterrichtssprache: Englisch, auf Anfrage aller Studierenden: Deutsch

---

Literaturhinweise:

[1] ThorLabs Optical Microscopy Course, Course Notes  
(<https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-CourseNotes.pdf>).

[2] ThorLabs Optical Microscopy Course, Lab Notes  
(<https://www.thorlabs.com/drawings/803116e8c007caa5-8D9E3D93-FF59-2143-3ED4E989CE275C6C/EDU-OMC1-LabNotes.pdf>).

[3] C. Gerhard, Tutorium Optik, Springer Spektrum 2020.



Modul <b>Mathematical methods for modern physics</b>					Abk.
Studiensem. <b>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>	Dr. David Edward Bruschi, Prof. Dr. Frank. Wilhelm-Mauch
<b>Dozent/inn/en</b>	Dr. David Edward Bruschi
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	theoretisch-physikalisches Wahlpflichtfach
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	No formal requirements. Content requirements: basic knowledge of calculus, algebra and theoretical physics.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Housework as well as oral examination
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Frontal lectures (3 SWS) - Seminar (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	- Presence time: 60 h (4 SWS x 15 weeks) - Preparation and follow-up (V): 30 h (2 h / week x 15 week) - Preparation of seminar lecture and writing the written version: 60 h (4 h / wk. X 15 wk.)
<b>Modulnote</b>	From the grade of the oral exam.

### Lernziele/Kompetenzen

Introduction to the methods of Differential Geometry; Overview of the basic concepts and methods of group theory and Lie group theory; Independent work on a subject area based on given literature, and potential further reading.

### Inhalt

Differential manifolds:

- Basics;
- Tangent space.

Vector fields and forms:

- Basics;
- Tensors.

Lie groups:

- Lie algebra of the group;
- Infinitesimal transformations.

### Weitere Informationen

Relation to Physics: differential geometry is the key mathematical framework for general relativity, as well as a basic tool to study fluid and fields dynamics in curved spacetime. Group theory is a foundational mathematical theory for most of areas of physics, such as particle physics.

Unterrichtssprache: English

Literaturhinweise:

- *Modern Differential Geometry for Physicists*, C. J. Isham, World Scientific 1999
- *Differential Geometry in Physics*, G. Lugo — freie am <http://people.uncw.edu/lugo/COURSES/DiffGeom/dg1.pdf>

Name of the module <b>High resolution light- and electron microscopy</b>					Abbreviation HRLEM
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
<b>1,2</b>	<b>2</b>		<b>1 Sem</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<b>Responsible lecturer</b>	de Jonge
<b>Lecturer(s)</b>	de Jonge
<b>Level of the unit</b>	„Biophysikalische Wahlpflicht“ in the biophysics master program
<b>Entrance requirements</b>	Prerequisites: bachelor-level knowledge in optics and experimental physics
<b>Assessment / Exams</b>	Practicum protocols and final exam
<b>Course type / Weekly hours</b>	Lecture and practicum/ (4 SWS)
<b>Total workload</b>	Attendance time: 40 h (4 SWS x 10 Weeks), Practicum: 16 h (4 SWS x 2 weeks) Total effort: 5 CP
<b>Grading</b>	1/3 <sup>rd</sup> practicum protocols and 2/3 <sup>rd</sup> final exam

#### **Aims/Competences to be developed**

Understanding of the physics behind high resolution light- and electron microscopy, including 1) the interaction between a light or electron beam with the material of the examined, 2) image formation, 3) various contrast techniques, 4) diffraction, 5) elemental analysis. Furthermore, knowledge of 1) the components of the various microscopes (phase contrast, fluorescence, confocal, super resolution, and electron microscope), and 2) knowledge of the major applications of the various microscopy modalities. The ability to operate a phase contrast microscope, a fluorescence microscope, a scanning electron microscope, and a transmission electron microscope.

#### **Content:**

This course provides an introduction to modern high-resolution microscopy. It covers two topics: light microscopy and electron microscopy.

Introduction to the basics of light microscopy (image formation, lens aberrations, contrast enhancement, resolution criteria). Specifically, the setup and procedures of phase contrast, fluorescence, confocal, and super-resolution techniques are discussed. Some of these techniques will be practiced in the laboratory practicum and small experiments will be performed with them.

Introduction to the fundamentals of electron microscopy with topics including electron scattering, diffraction, contrast and resolution, types of electron microscopy, components of an electron microscope, and applications in modern science. In the practical course offered, each student learns to operate independently both a scanning electron microscope and a transmission electron microscope and to perform experiments with them.

#### **Additional information**

Used Media:

Language: English

Literature:

Fundamentals of light microscopy and electronic imaging, Douglas B. Murphy

Transmission electron microscopy, Part 1, Williams & Carter, Springer

<https://imagej.nih.gov/ij/>

<https://www.microscopyu.com/tutorials>

Modul <b>Optik für Fortgeschrittene – Advanced Optics</b>					Abk.
Studiensem. <b>1,3</b>	Regelstudiensem. <b>4</b>	Turnus <b>Wintersemester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	<b>Dr. rer. nat. Martin Straub</b>
<b>Dozent</b>	<b>Dr. rer. nat. Martin Straub</b>
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht-Lehrveranstaltung für Masterstudenten der Physik und Mechatronik</b>
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formale Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar
<b>Arbeitsaufwand</b>	45h Vorlesung, 50h Vor- und Nachbereitung, 15h Seminar, 40h Vorbereitung des Seminarvortrags
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung

### Lernziele/Kompetenzen

Vertiefte Kenntnisse in den folgenden Bereichen:

- Licht-Materie Wechselwirkung
- Design und Eigenschaften moderner optischer Systeme und Komponenten
- Fourier-Methoden in der Optik
- Hochauflösende optische Mikroskopie
- Optische Lithographie, optische Nanostrukturierung, Mikro- und Nanooptik

Einen besonderen Schwerpunkt bildet die nichtlineare Optik und ihre Anwendungen:

- Lichterzeugung und –ausbreitung in nichtlinearen Medien
- Nichtlinear-optische Spektroskopie
- Optisch-induzierte transiente und stationäre Materialveränderungen
- Nichtlineare Optik von Oberflächen, in Wellenleitern und in Plasmen

### Inhalt

- Lichtausbreitung in Materie
- Polarisation, Dichroismus und Doppelbrechung, Matrizenmethoden: Jones- und Müllermatrizen
- Optische Komponenten und Systeme:  
Adaptive Optik, dicke Linsen, Strahlverlaufsberechnung, Aberrationen, Emitter und Detektoren
- Fourier-Optik und Kohärenztheorie
- Lithographie, Holographie; Optische Nanostrukturierung, Mikro-, Nano- und integrierte Optik
- Nichtlineare Optik I: Wellenausbreitung in nichtlinearen Medien, nichtlineare Suszeptibilitäten
- Nichtlineare Optik II: Electro- und magneto-optische Effekte, optische Frequenzverdopplung, Summen- und Differenzfrequenzerzeugung, parametrische Verstärkung und Oszillation
- Nichtlineare Optik III: Stimulierter Ramaneffekt, Zwei-Photonen-Absorption, Spektroskopie
- Nichtlineare Optik IV: Kerr-Effekte, Selbstfokussierung und –phasenmodulation
- Nichtlineare Optik V: Transiente optische Effekte, starke Licht-Materie-Wechselwirkung, Laserisotopentrennung, nichtlineare Optik von Oberflächen, in Wellenleitern und Plasmen

Weitere Informationen: Vorlesungsfolien in englischer Sprache

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: [1] E. Hecht: Optics, 5th ed., Addison Wesley, 2002. [2] Y. R. Shen, The Principles of Nonlinear Optics, Wiley, 2003.

Modul <b>Sprachkurse (Niveau mindestens B1, Englisch mindestens C1)</b>					Abk.
Studiensem. <b>1-6</b>	Regelstudiensem. <b>6</b>	Turnus <b>Jedes Semester</b>	Dauer <b>1 Sem.</b>	SWS <b>2-4 &amp; indiv.</b>	ECTS-Punkte <b>Max. 4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Peter Tischer, Leiter des Sprachenzentrums
<b>Dozent/inn/en</b>	<a href="https://www.szsab.uni-saarland.de/personal.html">https://www.szsab.uni-saarland.de/personal.html</a>
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Physik, nicht-physikalische Wahlpflicht (einbringbar bei Niveau mindestens B1, für Englisch mindestens C1) Master Biophysik, nicht-biophysikalische Wahlpflicht (einbringbar bei Niveau mindestens B1, für Englisch mindestens C1)
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Für Anfänger: keine Französisch, Englisch, Spanisch: Obligatorischer Einstufungstest Fortgeschrittenenkurse: Nachweise über belegte Kurse bzw. Gespräche mit dem Dozenten
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Abschlussklausur und Anwesenheit beim Unterricht (mindestens 80%)
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar mit 2 -4 SWS, eigenständiges Lernen mit monatlichen Treffen und 4wöchige Intensivkurse mit 4 h Unterricht täglich. Gruppe von 6 – 40 Studierenden
<b>Arbeitsaufwand</b>	2 SWS: 90 h = 30 h Seminar und 60 h Eigenstudium 4 SWS: 180 h = 80 h Seminar und 100 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	Unbenotet

---

### Lernziele/Kompetenzen

Auf entsprechendem Niveau:

- Leseverstehen
- Hörverstehen
- Sprechfertigkeit
- Grammatik
- Schreibtraining

---

### Inhalt

Abhängig vom Kurs

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch und unterrichtete Sprache

Literatur: Kursabhängig

Medienform: Bücher, Beamer, Folien, Tafel, Sprachlabor, Video