

# **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><br>(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   |

|  |                              |                     |                   |                 |                         |
|--|------------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|
| Modul<br><b>Phasenübergänge 2. Art und kritische Phänomene</b><br><b>Transitions de phases et phénomènes critiques</b> |                              |                     |                   |                 | Abk.<br><b>Crit</b>     |
| Studiensem.<br><b>1,3</b>  | Regelstudiensem.<br><b>3</b> | Turnus<br><b>WS</b> | Dauer<br><b>1</b> | SWS<br><b>2</b> | ECTS-Punkte<br><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.<br>Grundkenntnisse der statistischen Mechanik nützlich   |                              |
| <b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> | mündliche Prüfung oder Klausur,<br>Teilnahmevoraussetzung: regelmäßige Teilnahme   |                              |
| <b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>       | Vorlesung 2 SWS  |                              |
| <b>Arbeitsaufwand</b>                  | Präsenzzeit Vorlesungen<br>15 Wochen à 2 SWS<br>Vor- und Nachbereitung Vorlesung,<br>Bearbeitung der Übungsaufgaben,<br>Klausur- oder Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden<br><br>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<br><b>Elektronenmikroskopie</b> |                              |                     |                            |                 | Abk.                    |
|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| Studiensem.<br><b>1 o. 2</b>          | Regelstudiensem.<br><b>2</b> | Turnus<br><b>WS</b> | Dauer<br><b>1 Semester</b> | SWS<br><b>4</b> | ECTS-Punkte<br><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.<br>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. = 42 h</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<br><b>Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung</b> |                              |        |                            |                 | Abk.                    |
| Studiensem.<br><b>1 oder 2</b>                           | Regelstudiensem.<br><b>2</b> | Turnus | Dauer<br><b>1 Semester</b> | SWS<br><b>4</b> | ECTS-Punkte<br><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.<br>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)<br>Übung/Seminar zur Vorlesung (1 SWS)  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsenzzeit Vorlesungen 45 Stunden<br/>15 Wochen à 3 SWS</li> <li>- Präsenzzeit Übungen 15 Stunden<br/>15 Wochen à 1 SWS</li> <li>- Vor- und Nachbearbeitung Vorlesung,<br/>Bearbeitung der Übungsaufgaben<br/>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<br><b>Neurobiologie</b> |                  |                           |                            |                 | Abk.        |
|-------------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|
| Studiensem.                   | Regelstudiensem. | Turnus<br><b>Jährlich</b> | Dauer<br><b>1 Semester</b> | SWS<br><b>8</b> | ECTS-Punkte |

|  |   |
|--|---|
| <b>Modulverantwortliche/r</b>          | Prof. Dr. Uli Müller  |
| <b>Dozent/inn/en</b>                   | Prof. Dr. Uli Müller<br>Dozent(in)en der Fachrichtung   |
| <b>Zuordnung zum Curriculum</b>        | V Pflichtveranstaltung LAB, LS1+2, LS 1, LPS1<br>P Pflichtveranstaltung LAB, LS1+2, Wahlpflichtveranstaltung LS1<br>S Pflichtveranstaltung, LAB, LS1+2, LS1<br>V,P, S Biophysikalische Wahlpflicht  |
| <b>Zulassungsvoraussetzungen</b>       | Keine   |
| <b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> | Klausur, Protokolle, Seminarvorträge  |
| <b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>       | 2 SWS Vorlesung Neurobiologie<br>3 SWS Praktikum Neurobiologie<br>1 SWS Seminar zum Praktikum<br>2 SWS Seminar Neurobiologie  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>                  | <u>Vorlesung</u><br>30 h Präsenzzeit<br>60 h Selbststudium<br><br><u>Praktikum</u><br>60 h Präsenzzeit<br>45 h Vorbereitung<br><br><u>Seminar zum Praktikum</u><br>15 h Präsenzzeit<br><br><u>Seminar</u><br>30 h Präsenzzeit<br>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<br><b>Introduction to Stochastic Processes in Biophysics</b> |                              |                           |                            |                 | Abk.<br><b>ISPB</b>     |
|--|------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| Studiensem.<br><b>1</b>  | Regelstudiensem.<br><b>1</b> | Turnus<br><b>Jedes WS</b> | Dauer<br><b>1 Semester</b> | SWS<br><b>4</b> | ECTS-Punkte<br><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<br>Master Biophysik, Wahlpflicht  |  |            |
| <b>Zulassungsvoraussetzungen</b>       | Keine formalen Voraussetzungen   |  |            |
| <b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> | Klausur oder Mündl. Prüfung<br>Teilnahmevoraussetzung: Bearbeitung der<br>Übungsaufgaben                     |  |            |
| <b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>       | - Vorlesung (3 SWS)<br>- Übung (1 SWS)   |  |            |
| <b>Arbeitsaufwand</b>                  | - Präsenzzeit Vorlesungen<br>15 Wochen (3 SWS)   |  | 45 Stunden |
|  | - Präsenzzeit Übung<br>15 Wochen (1 SWS)   |  | 15 Stunden |
|  | - Vor- und Nachbereitung Vorlesung,<br>Bearbeitung der Übungsaufgaben,<br>Klausur- oder Prüfungsvorbereitung |  | 90 Stunden |
|  | -----  |  |            |
|  | Summe  |  | 150        |
| Stunden                                |  |  |            |
| <b>Modulnote</b>                       | Aus der Klausurnote (und kann durch Leistungen in den<br>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

|   |                  |           |               |          |                     |
|---|------------------|-----------|---------------|----------|---------------------|
| Modul<br><b>Informatik und Programmierung (ITG 2)</b> |                  |           |               |          | Abk.<br><b>ITG2</b> |
| Studiensem.   | Regelstudiensem. | Turnus    | Dauer         | SWS      | ECTS-Punkte         |
| <b>2.-6. Sem.</b>                                     | <b>2</b>         | <b>SS</b> | <b>1 Sem.</b> | <b>4</b> | <b>6</b>            |

|  |   |
|--|---|
| <b>Modulverantwortliche/r</b>          | Hoffmann  |
| <b>Dozent/inn/en</b>                   | Hoffmann, N.N.  |
| <b>Zuordnung zum Curriculum</b>        | nicht-phys. WP  |
| <b>Zulassungsvoraussetzungen</b>       | keine   |
| <b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> | Klausur und/oder Projektarbeiten  |
| <b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>       | 2V 2Ü   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsenzzeit Vorlesungen<br/>15 Wochen à 2 SWS                      60 Stunden</li> <li>- Präsenzzeit Übung<br/>15 Wochen à 2 SWS                      60 Stunden</li> <li>- Vor- und Nachbereitung Vorlesung,<br/>Bearbeitung der Übungsaufgaben,<br/>Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 60 Stunden</li> <li>Summe    180 Stunden</li> </ul> |
| <b>Modulnote</b>                       | benotet   |
|  |   |

### **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/>

|  |                  |           |               |          |                     |
|--|------------------|-----------|---------------|----------|---------------------|
| Modul<br><b>Elektronik und Mikrocontrollerprogrammierung (ITG 3)</b> |                  |           |               |          | Abk.<br><b>ITG3</b> |
| Studiensem.  | Regelstudiensem. | Turnus    | Dauer         | SWS      | ECTS-Punkte         |
| <b>2.-6. Sem.</b>  | <b>2</b>         | <b>SS</b> | <b>1 Sem.</b> | <b>4</b> | <b>6</b>            |

|  |  |
|--|--|
| <b>Modulverantwortliche/r</b>          | Hoffmann   |
| <b>Dozent/inn/en</b>                   | Hoffmann, N.N.   |
| <b>Zuordnung zum Curriculum</b>        | nicht-phys. WP   |
| <b>Zulassungsvoraussetzungen</b>       | keine  |
| <b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b> | Klausur und/oder Projektarbeiten   |
| <b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>       | 2V 2Ü  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>                  | - Präsenzzeit Vorlesungen<br>15 Wochen à 2 SWS                      60 Stunden<br>- Präsenzzeit Übung<br>15 Wochen à 2 SWS                      60 Stunden<br>- Vor- und Nachbereitung Vorlesung,<br>Bearbeitung der Übungsaufgaben,<br>Klausur- oder Prüfungsvorbereitung    60 Stunden<br><br>Summe                                        180 Stunden |
| <b>Modulnote</b>                       | benotet  |

### 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/SPIICE 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 Programmieretechniken, 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.<br>1./2.                     | Regelstudiensem.<br>2 | Turnus | Dauer<br>1 Semester | SWS<br>4 | ECTS-Punkte<br>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<br><br>Inhaltliche Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in statistischer Physik, Quantenmechanik und Elektrostatik |                      |
| <b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>                       | Mündliche Prüfung   |                      |
| <b>Lehrveranstaltungen / SWS</b><br>[ggf. max. Gruppengröße] | Vorlesung:  | 2 SWS                |
|  | Computerpraktikum:  | 2 SWS                |
| <b>Arbeitsaufwand</b>  | Präsenzzeit Vorlesungen:<br>15 Wochen a 2 SWS   | 30 Stunden           |
|  | Präsenzzeit Computerpraktikum:<br>15 Wochen a 2 SWS   | 30 Stunden           |
|  | Vor- und Nachbereitung der Vorlesung<br>und der Computerpraktika,<br>Klausur- oder Prüfungsvorbereitung   | 90 Stunden           |
|  | Summe   | -----<br>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
- Ratentheorie: Eyring-Theorie, Smoluchowski-Gleichung, Kramers-Theorie
- Quantenchemie: Hartree-Fock-Methode und Dichtefunktionaltheorie
- Quantenmechanische/Molekularmechnische Simulationen (QM/MM)

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch oder Deutsch

Literaturhinweise: Werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

---

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

|  |   |
|--|---|
| <b>Modulverantwortliche/r</b>          | Seemann   |
| <b>Dozent/inn/en</b>                   | Seemann   |
| <b>Zuordnung zum Curriculum</b>        | Wahlpflicht   |
| <b>Zulassungsvoraussetzungen</b>       | Keine formalen Voraussetzungen.<br>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)<br>Übung/Seminar zur Vorlesung (1 SWS)  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzzeit Vorlesungen<br/>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,<br/>Bearbeitung der Übungsaufgaben,<br/>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 Dreiphasenkontaklinie
- 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 Dreiphasenkontaklinie
- 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
-