

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPCQT1	Wahlpflicht

## Modultitel Computational Physics I

**Modultitel (englisch)** Computational Physics I

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** Wintersemester (im ungeradzahligen Jahr beginnend)

**Lehrformen**

- Vorlesung "Computational Physics I" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Computational Physics I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Studierenden erhalten einen Überblick über die derzeitigen Möglichkeiten von Computereperimenten, die durch zunächst einfache Anwendungen aus der statistischen Physik illustriert werden. Dabei stehen im ersten Teil begriffliche Fragestellungen im Vordergrund, so dass sich dieser Teil des Moduls gleichermaßen an mehr theoretisch ausgerichtete als auch stärker anwendungsorientierte Studierende richtet.

**Inhalt**

- Grundbegriffe: Statistische Ensembles, Zustandssumme, Überblick über Phasenübergänge und kritische Phänomene
- Einfache Gittermodelle: Zufallswege, Perkolation, Isingmodell
- (Pseudo-)Zufallszahlengeneratoren: Eigenschaften und Beispiele
- "Importance Sampling"-Monte-Carlo-Verfahren: Markovketten, lokale Update-Algorithmen
- Statistische Auswertemethoden: Autokorrelationen, Kreuzkorrelationen, Fehlerabschätzung mit Binning- und Jackknifeverfahren
- "Finite-Size Scaling"-Theorien
- Histogrammverfahren

Empfohlene Voraussetzungen: Elementare Programmierkenntnisse in C oder Fortran. Kenntnisse aus der Vorlesung "Statistische Physik I" sind hilfreich und sinnvoll, aber keine Voraussetzung.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

D.P. Landau und K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics (Cambridge University Press, Cambridge, 2005)  
B.A. Berg, Markov Chain Monte Carlo Simulations and Their Statistical Analysis (World Scientific, Singapore, 2004)  
M.E.J. Newman und G.T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics (Clarendon Press, Oxford, 1999)  
D. Frenkel und B. Smit, Understanding Molecular Simulation (Academic Press,

New York, 2002)

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

**Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Computational Physics I" (4SWS)

Übung "Computational Physics I" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPCQT3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretikum Computational Physics</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretikum Computational Physics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Theoretikum Computational Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Aufbauend auf dem Modul Computational Physics sollen im Praktikum/Theoretikum Teilaspekte aktueller Forschungsprojekte unter Anleitung selbständig bearbeitet werden. Die Ergebnisse der durchgeführten Computersimulationen sollen im CQT-Seminar in Form eines Vortrags vorgestellt und in einer schriftlichen Ausarbeitung zusammengefaßt werden.
<b>Inhalt</b>	Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen:  Effiziente Simulationsalgorithmen, aktuelle Anwendungen in der statistischen Physik und Quantenfeldtheorie
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Elementare Programmierkenntnisse in C oder Fortran; Grundkenntnisse in Computersimulationen
<b>Literaturangabe</b>	Originalliteratur je nach Thema
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 4 Wo., Präsentation 30 Min.), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Theoretikum Computational Physics" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPE1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Fortgeschrittene Festkörperphysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Advanced Solid State Physics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Fortgeschrittene Festkörperphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> <li>• Übung "Fortgeschrittene Festkörperphysik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 75 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Praktikum "Fortgeschrittene Festkörperphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- werden mit komplexen Phänomenen der Festkörperphysik vertraut gemacht und lernen wie diese auf mikroskopische, quantenmechanische und kollektive Mechanismen zurückzuführen sind</li> <li>- erschließen sich fortgeschrittene Verfahren und Experimente auf dem Gebiet der Festkörperphysik</li> <li>- lernen typische Rechenmethoden kennen und wenden diese auf Problemstellungen der fortgeschrittenen Festkörperphysik an</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul setzt sich aus einer Vorlesung des Themenbereiches Advanced Solid State Physics, Übungen und vorlesungsbegleitenden Praktikumsversuchen zusammen.</p> <p>Magnetismus, Supraleitung, Korrelierte Systeme, Systeme mit reduzierter Dimensionalität, Coulombblockade, Vielteilcheneffekte</p> <p>Die durchzuführenden Praktikumsversuche stammen aus den Themengebieten der Festkörperphysik.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<p>Ch. Kittel, Festkörperphysik/Introduction to Solid State Physics  N.W. Ashcroft, D. Mermin, Festkörperphysik/Solid State Physics  P. Philips, Advanced Solid State Physics</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1 <i>Prüfungsvorleistung: (Wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Protokolle der Praktika werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte der benoteten Protokolle des g)</i>	Vorlesung "Fortgeschrittene Festkörperphysik" (4SWS)
	Übung "Fortgeschrittene Festkörperphysik" (1SWS)
Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1	Praktikum "Fortgeschrittene Festkörperphysik" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHLP6	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Halbleiterphysik III, Aktuelle Kapitel der Halbleiteroptik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Semiconductor Physics III: Current Issues in Semiconductor Optics
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Licht-Materie-Wechselwirkung I: Kontinuumsoptik und Anregungen im Festkörper" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Vorlesung "Licht-Materie-Wechselwirkung II: Beschränkte elektronische und photonische Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Das Modul ergänzt zum einen die Ausbildung im Wahlpflichtfach Halbleiterphysik im Masterstudiengang, kann aber auch als unabhängiges Modul bzgl. spezieller und moderner Probleme der Festkörperspektik belegt werden. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erwerben Kenntnisse über Grundlagen der Festkörperspektik sowie zu ausgewählten Aspekten der Physik der Licht-Materie-Wechselwirkung in modernen halbleiterbasierten photonischen Systemen, ein aktuelles Forschungsgebiet der physikalischen Institute;</li> <li>- erlangen bzw. vertiefen Kenntnisse über spezielle experimentelle Methoden der Optik;</li> <li>- lernen, aktuelle themenbezogene Veröffentlichungen kritisch zu bewerten bzw. nachzuvollziehen und in den historischen Kontext zu stellen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Licht-Materie-Wechselwirkung I: Phasen elektronischer und photonischer Zustände im Festkörper (Bosonen vs. Fermionen); Kontinuumspektik: elektromagnetische Wellen im Festkörper; Polarisations-optik; Kristalloptik; nicht-lineare Optik; optische Bauelemente; Elementaranregungen in 3D-periodischen Strukturen: phononische, elektronische und photonische Bandstrukturen; Wechselwirkung Photonenkontinuum mit 3D-periodischen Phononen und Elektronen; Quasiteilchen und gekoppelte Zustände. experimentelle optische Methoden: Raman-Streuung, IR-Spektroskopie, Ellipsometrie, Transmission, Absorption, Modulationsspektroskopie</p> <p>Licht-Materie-Wechselwirkung II: Störstellen in 3D-periodischen Strukturen: elektronische und photonische Punktdefekte, Quantenpunkte, -drähte, -gräben; Wechselwirkung von Elektronen, Excitonen, Plasmonen und elektronischen Wellenpaketen in beschränkten elektronischen Systemen mit dem Photonenkontinuum; Photonen in beschränkten photonischen Systemen (Resonatoren): photonische Moden und deren Besetzung, Wechselwirkungen mit elektronischen Anregungen; schwache und starke Licht-Materie-Wechselwirkung: Purcell-Effekt; Kavitäts-Exziton-Polaritonen;</p>

kohärente Quantenzustände (Kavitäts-Exziton-Polariton Bos e-Einstein-Kondensate und Superflüssigkeiten)  
 opto-elektronische Bauelemente: Detektoren, LEDs, Laser, optisch-parametrischer Oszillator, Quelle für verschränkte Photonenpaare; menschliches Sehen und Farbenlehre (Chromatisches Diagramm, Farbtemperatur, CRI)

**Teilnahmevoraussetzungen**

keine

**Literaturangabe**

- M. Grundmann: The Physics of Semiconductors, An Introduction including Nanophysics and Applications (Springer, 2009)
- C.F.Klingshirn: Semiconductor Optics; Springer, Berlin, 1997.
- P.Y.Yu and M.Cardona: Fundamentals of Semiconductors; Springer, Berlin, 1996.
- M. Born and E.Wolf: Principles of Optics; Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- R. M. A. Azzam and N. M. Bashara: Ellipsometry and Polarized Light; North-Holland, Amsterdam, 1984.
- A. Kavokin, G. Malpuech: Cavity Polaritons; Academic Press, Amsterdam, Heidelberg, 2003.

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Manuskript (Bearbeitungsdauer 4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Licht-Materie-Wechselwirkung I: Kontinuumsoptik und Anregungen im Festkörper" (2SWS)
	Vorlesung "Licht-Materie-Wechselwirkung II: Beschränkte elektronische und photonische Systeme" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS1	Wahlpflicht

### Modultitel **Modern Developments in Solid State Physics**

**Modultitel (englisch)** Modern Developments in Solid State Physics

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Seminar "Modern Developments in Solid State Physics" (2 SWS) = 30 h  
Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

- Studierende können die Phasen und die Wurzeln neuer Entwicklungen der Festkörperphysik historisch einordnen und Originalarbeiten auswerten,
- vervollkommen ihre Diskursfähigkeit und das Stellen von Fragen in Seminaren,
- lernen wie man ein Manuskript mit Hilfe von LaTeX erstellt

**Inhalt** The subjects of the seminars refer to themes of solid state physics specially oriented to new developments within Superconductivity, Magnetism, Quantum effects in solids and low-dimensional systems. Theoretically as well as experimentally oriented subjects will be distributed among the participating students.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Referat 45 Min., mit Wichtung: 1 Manuskript (Bearbeitungsdauer 3 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Modern Developments in Solid State Physics" (2SWS)



## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS5	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantenfeldtheorie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Field Theory
<b>Empfohlen für:</b>	1./2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Quantum Field Theory and Particle Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studenten erlernen fortgeschrittenen Stoff aus dem Bereich der Quantenfeldtheorie und angrenzender Gebiete, wie z.B. Elementarteilchentheorie, statische Physik, Vielteilchensysteme. Die Studenten erlernen: Vorbereiten und Halten von wissenschaftlichen Vorträgen, Literaturrecherche, Erstellung wissenschaftlicher Manuskripte, Darstellung und Verstehen von komplexen wissenschaftlichen Konzepten. Jeder Student erarbeitet ein enger umgrenztes Thema, über welches er vorträgt und ein Manuskript einreicht.
<b>Inhalt</b>	Fortgeschrittene Themen, wie z.B.: 1) Renormierungstheorie 2) Zustandssummen/Pfadintegral in der Quantenfeldtheorie (z.B. Gitterformulierung) und statischen Physik 3) Wichtige Konzepte in der QFT, wie z.B. Symmetrien und deren Brechung, Operator Produkt Entwicklungen, etc. 4) Themen mit aktuellem Hintergrund, wie z.B. Holographie, AdS/CFT Korrespondenz
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019 Spezialliteratur nach Themenbereich auf <a href="http://www.physik.uni-leipzig.de">www.physik.uni-leipzig.de</a>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 3 Wo., Präsentation 45 Min.), mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Quantum Field Theory and Particle Physics" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS6	Wahlpflicht

### Modultitel **Weiche Materie**

**Modultitel (englisch)** Soft Matter Physics

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** unregelmäßig

**Lehrformen** • Seminar "Weiche Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Vermittlung und Diskussion von aktuellen Ergebnissen aus der Physik weicher kondensierter Materie ("soft condensed matter"). Dies beinhaltet neben biophysikalische Fragestellungen, vielfältige Themen aus der modernen Materialwissenschaft und der Polymerphysik.

**Inhalt** Topics from Bio-Physics and Biological Physics. Modern Developments in material science and in polymer physics. Methods to be discussed: Spectroscopic techniques to study single molecules; Fluorescence spectroscopy, IR-spectroscopy, Broadband Dielectric Spectroscopy, NMR-spectroscopy. Techniques to manipulate single molecules and isolated cells. Introduction to novel materials like "Ionic Liquids", "Ferroelectric Liquid Crystalline Elastomers" or real biomaterials like spider-silk.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** im Seminar

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Referat 45 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Weiche Materie" (2SWS)
Manuskript (Bearbeitungsdauer 3 Wochen), mit Wichtung: 1	

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS9	Wahlpflicht

### Modultitel Quantenstatistische Physik

**Modultitel (englisch)** Quantumstatistical Physics

**Empfohlen für:** 1./2. Semester

**Verantwortlich** Direktor des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** unregelmäßig

**Lehrformen** • Seminar "Quantenstatistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M. Sc. Physik  
• M. Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus der quantenstatistischen Physik kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), dessen schriftliche Ausarbeitung (Manuskript) sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von Manuskripten und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

**Inhalt** Themen aus der Theorie niedrigdimensionaler Elektronensystemen mit starker Wechselwirkung sowie aus der Quantenphysik nanostrukturierter Systeme.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** R. Geroch: "Suggestions for giving talks"  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Projektarbeit: schriftliche Ausarbeitung (3 Wochen) und Präsentation (45 Min.), mit Wichtigkeit: 1**

Seminar "Quantenstatistische Physik" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPIOM1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Oberflächen und Dünne Schichten</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Physics of Surfaces and Thin Layers
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Oberflächen und Dünnschichtanalytik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Vorlesung "Oberflächenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anknüpfend an die Grundkonzepte der modernen Festkörperphysik werden experimentelle Methoden und theoretische Konzepte zur Beschreibung von Oberflächen behandelt.</li> <li>- Ziel ist dabei, ein Verständnis der spezifischen physikalischen Eigenschaften von Oberflächen zu vermitteln - von den Grundlagen bis zur Anwendung.</li> <li>- weiterhin soll eine Einführung in moderne Verfahren der experimentellen Charakterisierung und Modellierung von Oberflächen gegeben werden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kristallstruktur, Thermodynamik, elektron. Eigenschaften von Oberflächen</li> <li>- Oberflächenkinetik, Strukturbildung, Oberflächenreaktionen</li> <li>- Präparation und Charakterisierung definierter Oberflächen</li> <li>- Wechselwirkung von Photonen, Elektronen und Ionen mit Oberflächen</li> <li>- Physik dünner Schichten / Depositionstechnologien</li> <li>- Grundlagen der Streuungs- und Beugungsverfahren</li> <li>- Ausgewählte Verfahren der Oberflächen- und Dünnschichtanalytik</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Grundkenntnisse der Festkörperphysik
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- H. Bubert, H. Jenett (Eds.) "Surface and Thin Film Analysis, Principles, Instrumentation, Application", Wiley-VCH Verlag 2002</li> <li>- H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces", Springer, 2006</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Oberflächen und Dünnschichtanalytik" (2SWS)
	Vorlesung "Oberflächenphysik" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPIOM2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Modifizierung von Oberflächen mit Plasmen</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Plasma Surface Modifications
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Plasmaphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Vorlesung "Abbildung und Analyse mit Elektronen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhalten einen Überblick über die Erzeugung energetischer Teilchen sowie deren Wechselwirkung mit Materie</li> <li>- lernen typische Anwendungen von Plasmen kennen und werden grundlegende Messmethoden fachgerecht anwenden</li> <li>- werden mit den Phänomenen, den theoretischen Konzepten und der praktischen Anwendung von Elektronen zur Abbildung, Beugung und Spektroskopie vertraut gemacht</li> <li>- bekommen Einblicke in aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der hoch aufgelösten Abbildung und Spektroskopie mit Elektronen</li> <li>- erschließen sich systematische Grundprinzipien weiterführende Verfahren und repräsentativ ausgewählte anspruchsvolle Spezialkenntnisse auf dem grundlegenden Gebiet der Materialwissenschaften</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and History</li> <li>- Principles of Plasma Physics</li> <li>- Plasma and Ion Sources</li> <li>- Secondary Ion Mass Spectrometry</li> <li>- Focused Ion Beam</li> <li>- Scanning Electron Microscopy (Imaging, X-ray Analytics, Cathodoluminescence, Backscatter Diffraction)</li> <li>- Transmission Electron Microscopy (Diffraction, Imaging, X-ray Analytics, Specimen Preparation)</li> <li>- Scanning Transmission Electron Microscopy, Energy-Loss Spectrometry</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lieberman, M.A., Lichtenberg, A.J.: "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", Wiley 1994</li> <li>- D.B. Williams &amp; C.B. Carter: "Transmission electron microscopy", New York,</li> </ul>

Plenum 1996.

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Plasmaphysik" (2SWS)
	Vorlesung "Abbildung und Analyse mit Elektronen" (2SWS)



# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPIOM3	Wahlpflicht

## Modultitel Struktur und Strukturaufklärung

**Modultitel (englisch)** Structure and Structure Analysis

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor des Instituts für Experimentelle Physik II

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Strukturdefekte und Unordnung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Vorlesung "Strukturaufklärung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

Die Studierenden

- erhalten einen Überblick über die Strukturaufklärung bevorzugt mittels Röntgenstrahlung,
- lernen typische Anwendungen der Röntgenbeugung zur Struktur-, Spannungs- und Texturanalyse,
- werden mit der kinematischen und dynamischen Theorie der Strukturaufklärung vertraut gemacht,
- können in praktischen Übungen die einfache Strukturen aufklären bzw. Texturen und Spannungen messen,
- werden eingeführt in die Bedeutung von Kristalldefekten im realen Festkörper und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften
- lernen, diese mit angewandter Elastizitätstheorie zu beschreiben - insbesondere im Hinblick auf Wechselwirkung und Energie
- erfahren über Unordnungsphänomene in Festkörpern - von ungeordneten Atomverteilungen in kristallinen Gittern bis hin zu amorphen Materialien
- erhalten Einblick in die Auswirkungen von Unordnung auf die Eigenschaften von Festkörpern

**Inhalt**

Wesentliche Inhalte sind:

- Röntgenstrahlung (Herstellung, Charakterisierung, Beugung)
- kristallographische Grundlagen
- Kinematische und dynamische Theorie
- Phasen-, Textur- und Spannungsanalyse
- praktische Übungen zur Strukturanalyse
- Gitterbaufehler, deren Wechselwirkung und Energie
- Ordnung und Unordnung
- Nanokristalline und amorphe Materialien
- Mechanische Eigenschaften und Relaxationsphänomene
- Elektronische und magnetische Eigenschaften

**Teilnahmevoraussetzungen**

Grundkenntnisse der Festkörperphysik

**Literaturangabe**

- H.P. Klug, L.E.Alexander, X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials, Wiley, New York 1974
- H. Massa, Kristallstrukturbestimmung, Teubner-Verlag, Wiesbaden, 2007
- Peter Haasen, Physikalische Metallkunde (Springer, 1991)
- G. Gottstein, Physikalische Grundlagen der Materialkunde (Springer, 2001)
- S.R. Elliott, Physics of amorphous materials (Longman 1990)

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Strukturdefekte und Unordnung" (2SWS)
	Vorlesung "Strukturaufklärung" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPIOM4	Wahlpflicht

## Modultitel Material- und Nanophysik

**Modultitel (englisch)** Materials- and Nanophysics

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor des Instituts für Experimentelle Physik II

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Einführung in die Nanophysik und Nanotechnologie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Vorlesung "Einführung in die Materialphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

- Aufbauend auf die Konzepte der Festkörperphysik werden reale Materialien behandelt, deren Eigenschaften wesentlich durch Abweichungen vom idealen Kristallgitter (Gitterdefekte, Mehrkomponentensysteme, Dotierungen, reduzierte Dimensionalität) beeinflusst sind.
- Die "Einführung in die Materialphysik" stellt dabei die physikalischen Grundlagen des Verhaltens von Materialien vor, wobei Thermodynamik, Mechanik und Kinetik im Zentrum des Interesses stehen.
- Die physikalischen, insbesondere quantenmechanischen und kristallographischen Grundlagen der Nanotechnologie werden vermittelt.
- Die Herstellung von Nanostrukturen durch Deposition, lithographische Verfahren sowie über Selbstorganisation wird vorgestellt.
- Die Analyse von Nanostrukturen hinsichtlich Struktur und chemischer Zusammensetzung wird für ausgewählte Verfahren demonstriert.

**Inhalt**

- Angewandte lineare Elastizitätstheorie
- Gitterfehler - Leerstellen, Versetzungen, Korngrenzen
- Thermodynamik von Legierungen - Gibbs'sche Phasenregel, Doppeltangentenkonstruktion, ideale und reguläre Lösung,
- eutektische und peritektische Systeme
- Erstarrung von Schmelzen - Keimbildung, Kristallwachstum, Einkristallzucht, Erstarrung von Legierungen
- Technisch relevante Legierungssysteme (z.B. Stahl)
- Diffusion
- Kristallographie im Volumen und an der
- Quantenmechanische Grundlagen und niederdimensionale Nanostrukturen
- Miniaturisierung (top-down-Verfahren), Selbstorganisation (bottom-up-Verfahren) und Kombinatorische Verfahren
- Diffraktive Verfahren
- Optische, rasterkraft- und rasterelektronenmikroskopische Verfahren
- Elektronenspektroskopische Verfahren

**Teilnahmevoraussetzungen**

Empfohlen werden Grundkenntnisse der Festkörperphysik

**Literaturangabe**

- Peter Haasen, Physikalische Metallkunde (Springer, 1991)
- G. Gottstein, Physikalische Grundlagen der Materialkunde (Springer, 2001)
- Ch.P.Poole, F.J. Owens, Introduction to Nanotechnology, Wiley-VCH 2003
- B. Bhushan, Handbook of Nanotechnology, Springer-Verlag 2003

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Einführung in die Nanophysik und Nanotechnologie" (2SWS)
	Vorlesung "Einführung in die Materialphysik" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPM1	Wahlpflicht

## Modultitel Zelluläre Biophysik

**Modultitel (englisch)** Cellular Biophysics

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Zelluläre Biophysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Zelluläre Biophysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**  
M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

Die Studierenden

- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;
- gewinnen grundlegende Kenntnisse über physikalische Eigenschaften der Zellen und physikalische Prozesse bei fundamentalen biologischen Vorgängen
- erschließen sich aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der zellulären Biophysik.

**Inhalt**

Das Modul baut auf der Ausbildung in Experimenteller und Theoretischer Physik im Bachelor-Studiengang Physik auf.

### 1. Vorlesung Zelluläre Biophysik

Es werden grundlegende physikalische Eigenschaften der für biologische Zellen wichtigen funktionellen Module behandelt.

Stichpunktartiger Inhalt der Vorlesung:

Aufbau der Zelle

Zellbestandteile: Zellmembran, Zellorganellen, Zellskelett

Zellteilung und Zellzyklus

Transkription (DNA) und Translation (Proteine): Organisation des Genoms

Zelloberflächenrezeptoren: Zell-Matrix und Zell-Zell Adhäsion

Makromoleküle der extrazellulären Matrix

Mikromechanik der Zelle

Endothelzellmechanik

### 2. Übung Zelluläre Biophysik

Aktuelle grundlegende Arbeiten aus dem Bereich der zellulären Biophysik werden durch die Teilnehmer in Einzelreferaten und anhand von Aufgaben erarbeitet.

**Teilnahmevoraussetzungen**  
keine

**Literaturangabe** Patrick F. Dillon, Biophysics, A Physiological Approach, Cambridge University

Press, ISBN 978-0-521-17216-5  
Erich Sackmann und Rudolf Merkel, Lehrbuch der Biophysik, Wiley-VCH, ISBN  
978-3-527-40535-0

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: 30-minütiges Einzelreferat in der Übung inklusive einer schriftlichen Beantwortung der gestellten Fragen zum Vortrag zu aktuellen Themen der zellulären Biophysik.</i>	
	Vorlesung "Zelluläre Biophysik" (2SWS)
	Übung "Zelluläre Biophysik" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMQ3	Wahlpflicht

### Modultitel **Praktikum Kernspinresonanz**

**Modultitel (englisch)** Nuclear Magnetic Resonance Laboratory

**Empfohlen für:** 1./2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Praktikum Kernspinresonanz" (7 SWS) = 105 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Studierenden erlernen die selbstständige Durchführung von Spinresonanzexperimenten Sie

- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, eine moderne Untersuchungsmethode der physikalischen Institute;
- sind mit den theoretischen Grundkonzepten der Kernspinresonanz (NMR)-Spektroskopie vertraut und eignen sich praktische Kenntnisse der Anwendung der NMR-Spektroskopie im Bereich der Festkörperphysik und Materialwissenschaften an;
- vertiefen ihre praktischen Kenntnisse durch Anwendung ausgewählter NMR-Methoden und dem Auf- bzw. Ausbau eines NMR-Spektrometers

**Inhalt**

- Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik und Signalverarbeitung in der NMR Spektroskopie
- statische und MAS NMR Verfahren
- Echo-Methoden
- Doppelresonanz-Experimente
- Anwendung der erlernten Kenntnisse beim Aufbau eines Lehrspektrometers

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul 12-PHY-BW3MQ1 "Spinresonanz I", 12-PHY-MWPMQ2 "Spinresonanz II" oder vergleichbare Kenntnisse

**Literaturangabe**

- Slichter: Principles of Magnetic Resonance (Springer)
- Levitt: Spin Dynamics (Wiley)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Manuskript (Bearbeitungsdauer 2 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Praktikum Kernspinresonanz" (7SWS)



## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMQ4	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Praktikum Elektronen Paramagnetische Resonanz</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Electronic Spin Resonance Laboratory
<b>Empfohlen für:</b>	1./2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Elektronen Paramagnetische Resonanz" (7 SWS) = 105 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Messverfahren der cw und gepulsten Elektronen Paramagnetischen Resonanz (EPR)-Spektroskopie und eignen sich Kenntnisse über deren Anwendung im Bereich der Festkörperphysik und Materialwissenschaften an. Sie vertiefen ihre praktischen Kenntnisse durch die Bearbeitung eines eigenen Forschungsobjektes innerhalb des Praktikums.
<b>Inhalt</b>	Im Praktikum werden den Studenten die quantenmechanischen Grundlagen der cw EPR, deren experimentelle Technik und ein Überblick über deren verschiedene Anwendungsgebiete (Festkörper- und Halbleiterphysik, Materialwissenschaften) vermittelt. Weiterhin machen sich die Teilnehmer mit einer repräsentativen Auswahl von Impuls-EPR (ESEEM, HYSCORE) und Doppelresonanzexperimenten (ENDOR) vertraut.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	- Weil, Bolton: Electron Paramagnetic Resonance (Wiley)
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Manuskript (Bearbeitungsdauer 2 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Elektronen Paramagnetische Resonanz" (7SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPNFP2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Kernphysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Nuclear Physics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Kernphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Kernphysik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vertiefen ihre Kenntnisse über grundlegende Konzepte zum Aufbau des Atomkerns,</li> <li>- lernen die modernen Experimentiertechniken der Kernphysik (bis hin zu Energieerzeugung und Reaktoren) kennen,</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Beschleuniger, Wechselwirkung von Teilchen mit Materie, Detektoren. Masse, Massendefekt, Bindungsenergie, Ladung, Radius, Ladungsdichteverteilung, Kernmomente. Kernmodelle: Tröpfchenmodell, Weizsäcker-Formel, Fermi-Gas-Modell, Schalenmodell, Nilsson-Modell. Zerfall instabiler Kerne: Radioaktivität, Zerfallsarten, Statistik. Streuung, Kernreaktionen, Kernenergetik: Kernspaltung, Reaktoren, Kernfusion.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Bethge/Walter/Wiedemann Kernphysik Springer Mayer-Kuckuk Kernphysik Teubner Povh/Rith/Scholz/Zetsche Teilchen und Kerne Springer
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Kernphysik" (2SWS)
	Übung "Kernphysik" (1SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPPWM2	Wahlpflicht

### Modultitel **Praktikum Biological Physics**

**Modultitel (englisch)** Biological Physics Laboratory

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Praktikum "Biological Physics" (7 SWS) = 105 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Biophysikalische Messungen sind die treibende Kraft in der Entwicklung vieler neuer Messmethoden in den Nanowissenschaften, wie z.B. optischer Pinzetten und der Kraftspektroskopie. In diesem Praktikum sollen diese neuen Techniken erlernt werden.

**Inhalt** Interdisciplinary lab course that employs techniques of the physical sciences for the investigation of biological systems. Fluorescent imaging techniques, as well as NMR spectroscopy and atomic force microscopy (AFM) are often used to visualize structures of biological significance. Direct manipulation of molecules and cells using optical tweezers or AFM can be used to monitor biological events where forces and distances are at the nanoscale. The course usually takes place during the winter semester break.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - Praktikumsanleitungen zu jedem der Versuche

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Manuskript (Bearbeitungsdauer 6 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Biological Physics" (7SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Allgemeine Relativitätstheorie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	General Relativity
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Allgemeine Relativitätstheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Allgemeine Relativitätstheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte und Methoden der allgemeinen Relativitätstheorie und Gravitation kennen sowie die wichtigsten experimentell testbaren Aussagen der Theorie. Zudem wird als eine Anwendung an die Begriffe der modernen Kosmologie herangeführt. Ein wenigstens qualitatives Verständnis fortgeschrittener Themen (geodätische Vollständigkeit, Singularitätentheoreme, kosmische Zensur) wird angestrebt.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begriffe aus der speziellen Relativitätstheorie, Masse-Energie-Äquivalenz</li> <li>- Grundlagen der Differentialgeometrie: Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel, Tensorfelder, Metrik und Zusammenhänge, Geodäten, Riemannscher Krümmungstensor, Jacobigleichung, Isometrien, Foliationen</li> <li>- Einsteinsche Feldgleichung und Interpretation, spezielle Lösungen: Friedmann-Robertson-Walker kosmologische Modelle, kosmische Expansion; Schwarzschild-Außenraum-Lösung, Innenraum-Lösung.</li> <li>- Stabilität von Sternmaterie, Oppenheimer-Tolman-Volkhoff-Limit, Harrison-Wheeler-Diagramm, Chandrasekar-Grenze. Gravitationskollaps zu schwarzem Loch.</li> <li>- Raumzeit-Struktur von schwarzen Löchern, Singularitäten, Horizonte, kosmische Zensur, Singularitätentheoreme</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	R.M. Wald: General Relativity, University of Chicago Press, 1984; H. Goenner: Einführung in die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie, Spektrum, 1996; M. Kriele: Spacetime, Springer, 2001
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: zweiwöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Allgemeine Relativitätstheorie" (4SWS)
	Übung "Allgemeine Relativitätstheorie" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG6	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretikum "Quantenfeldtheorie und Gravitation"</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Practical Course: Quantum Field Theory and Gravity
<b>Empfohlen für:</b>	1./2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	• Seminar "Theoretikum Quantenfeldtheorie und Gravitation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Selbstständiges theoretisches Arbeiten (Einarbeitung in konzeptionelle und methodische Techniken, Literaturrecherche, Modellbildung, Problemanalyse, Problemlösung, etc.) unter Anleitung. Dies beinhaltet in der Regel interdisziplinäre Kommunikation, die Diskussion und Repräsentation der Resultate in der Arbeitsgruppe, sowie die schriftliche Ausarbeitung.
<b>Inhalt</b>	Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissensstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel dem/der Studierenden zur Auswahl: Eichfeldtheorie, differentialgeometrische Aspekte der Theoret. Physik, Gravitationstheorie, Quantenfeldtheorie, nicht-kommutative Geometrie, Quanteninformationstheorie
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	relevante Fachliteratur in englischer Sprache
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung, mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Theoretikum Quantenfeldtheorie und Gravitation" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSUM3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Praktikum Supraleitung-Magnetismus</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Laboratory Superconductivity and Magnetism
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	• Praktikum "Supraleitung-Magnetismus" (7 SWS) = 105 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erhalten einen Überblick über typische Messmethoden der Charakterisierung von Supraleiter und magnetischen Materialien und vertiefen ihre Kenntnisse durch das Anwenden ausgewählter Methoden der Tieftemperatur Physik im Praktikum. Sie treten erstmals mit den Anforderungen der internationalen Forschung innerhalb der Festkörperphysik in Kontakt.
<b>Inhalt</b>	- Sample preparation, partially with the focused ion beam microscope. - Characterization using electrical magnetoresistance methods, SQUID und AC Susceptibility magnetometers, Micro-Hall Sensors, Capacity measurements, and microscopic methods like magnetic force and atomic force microscopy, Andreev scattering, scanning tunnel microscopy.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	- Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley) Kapiteln über Supraleitung bzw. Diamagnetismus-Paramagnetismus-Ferromagnetismus
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung (1 Protokoll (Bearbeitungsdauer 3 Wochen)), mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (45 Min.)</i>	
	Praktikum "Supraleitung-Magnetismus" (7SWS)



## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPT1	Wahlpflicht

### Modultitel Fortgeschrittene Quantenmechanik

**Modultitel (englisch)** Advanced Quantum Mechanics

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Studierenden lernen fortgeschrittene Methoden und Themen der Quantenmechanik kennen.

**Inhalt** Zustandsraum, Grundbegriffe der Quanteninformation, Symmetrie und Invarianz, identische Teilchen, Streutheorie, Näherungsmethoden für gebundene Zustände, (zeitabhängige und zeitunabhängige Störungstheorie, Variationsmethoden), relativistische Quantenmechanik

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** A. Galindo, P. Pascual: Quantum Mechanics 1 & 2, Springer TMP, 1991;  
A. Peres: Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer 1998;  
F. Schwabl: Advanced Quantum Mechanics, Springer, 2005

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (4SWS)
	Übung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTET3	Wahlpflicht

### Modultitel Quantisierte Eichfelder und Teilchen

**Modultitel (englisch)** Quantum Fields and Particles

**Empfohlen für:** 1./2. Semester

**Verantwortlich** Direktor des Instituts f. Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** unregelmäßig

**Lehrformen**

- Vorlesung "Quantisierte Eichfelder und Teilchen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Quantisierte Eichfelder und Teilchen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Vorlesung gibt eine Einführung in die nicht-Abelsche Eichfeldtheorie und ihre Anwendungen in der Teilchenphysik.

**Inhalt**

- Überblick "über die Standard-Theorie der Teilchenphysik.
- Quantisierung von Eichfeldern
- Streuamplituden
- Nicht-perturbative Methoden, Gitterformulierung
- Eichfelder in gekrümmten Raumzeiten

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- S. Weinberg, The quantum theory of fields, Cambridge University Press 1995
- J. Zinn-Justin, Quantum field theory and critical phenomena, Oxford University Press, 1996

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Quantisierte Eichfelder und Teilchen" (4SWS)
	Übung "Quantisierte Eichfelder und Teilchen" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM1	Wahlpflicht

## Modultitel Stochastische Prozesse

**Modultitel (englisch)** Stochastic Processes

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Stochastische Prozesse" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Stochastische Prozesse" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Vorlesung soll eine Einführung in die Grundlagen der Theorie stochastischer Prozesse aus der Sicht des Physikers geben und zum selbständigen Studium weiterführender Literatur und von Originalarbeiten befähigen. Damit soll das Verständnis von stochastischen Phänomenen aus der Physik und aus anderen Disziplinen befördert werden.

**Inhalt**

- Charakterisierung zufälliger Variabler und stochastischer Prozesse (Kolmogorov-Axiome, Grenzwertsätze, große Abweichungen, Klassifikation)
- Markov-Prozesse (Chapman-Kolmogorov-Gleichung, Mastergleichung, Kramer-Moyal-Entwicklung, Diffusionsprozesse, Fokker-Planck-Gleichung)
- Kontinuierliche stochastische Prozesse (Gauß-Prozesse, Ornstein-Uhlenbeck-Prozess, weißes Rauschen, Wiener-Prozess)
- Lévy-Prozesse (stabile Wahrscheinlichkeitsverteilungen, fraktale Dimension des Wiener-Lévy-Prozesses)
- Diskrete stochastische Prozesse (Poissonscher Ereignisstrom, dichotomer Markov-Prozess, Kubo-Anderson-Prozess, Känguruh-Prozess)
- Martingale
- Langevin- und Fokker-Planck-Gleichungen (stochastische Differentialgleichungen und stochastische Integrale, Ito vs. Stratonovich, stochastische Liouville-Gleichung, exakte Theoreme für die Mittelung, Furutsu-Novikov, Shapiro-Loginov)
- An geeigneter Stelle werden als Anwendung Brownsche Bewegung und (anomale) Diffusion, mean first passage times, rauschinduzierte Phänomene (Kubo-Theorie für Linienbreiten, stochastische Resonanz, Brownsche Motoren, Phasenübergänge im Nichtgleichgewicht, On-off Intermitenz), die Black-Scholes-Theorie sowie die numerische Simulation stochastischer Prozesse behandelt.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** <http://www.physik.uni-leipzig.de/~behn/spbib.pdf>

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Stochastische Prozesse" (4SWS)
	Übung "Stochastische Prozesse" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theorie weicher und biologischer Materie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theory of Soft and Bio Matter
<b>Empfohlen für:</b>	1./2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theorie weicher und biologischer Materie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Theorie weicher und biologischer Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen wesentliche Phänomene, Konzepte und Methoden der Theorie der weichen kondensierten Materie und ihre Bedeutung für die quantitative Beschreibung biologischer Materie kennen. Darüber hinaus soll generell die inter-disziplinäre Anwendung von Methoden der theoretischen Physik geübt werden.
<b>Inhalt</b>	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Begriffe aus der Statistischen Physik und Thermodynamik für Vielteilchensysteme, Fluktuationen und Response</li> <li>- Dichtefunktionaltheorien, Feldtheorien, Funktionalintegrale</li> <li>- Perturbative und nichtperturbative Methoden</li> <li>- Modellsysteme (z.B. Kolloide, Polymere, Membranen, granulare Materie)</li> <li>- Biologische Systeme (z.B. Zell-/Gewebestruktur und -mechanik)</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Studierenden wird empfohlen über Grundkenntnisse aus der Thermodynamik und Statistische Mechanik zu verfügen.
<b>Literaturangabe</b>	<p>P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics, Cambridge 1995;  P.-G. de Gennes, Scaling Concepts in Polymer Physics, Cornell 1979;  M. E. Cates, M. R. Evans, Soft and Fragile Matter: Nonequilibrium Dynamics, Metastability and Flow, IOP 2000</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Es werden wöchentlich Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts ausgegeben. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Theorie weicher und biologischer Materie" (4SWS)

Übung "Theorie weicher und biologischer Materie" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM4	Wahlpflicht

### Modultitel Theoretikum "Theorie kondensierter Materie"

**Modultitel (englisch)** Condensed Matter Theory

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Theoretikum "Theorie kondensierter Materie"" (2 SWS) = 30 h  
Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Parallel zu einem der Module Theorie der weichen Materie, Stochastische Prozesse, oder Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung soll an Teilproblemen aktueller Forschungsprojekte selbständiges theoretisches Arbeiten (Einüben analytischer und numerischer Techniken, Literaturrecherche, Modellbildung, Problemlösung, etc) unter Anleitung geübt werden. Dies erfordert in der Regel interdisziplinäre Kommunikation; die Ergebnisse sollen in der Arbeitsgruppe diskutiert und vorgetragen, sowie in einer schriftliche Ausarbeitung dargestellt werden.

**Inhalt** Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissenstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel dem/der Studierenden zur Auswahl:  
Weiche Materie, biologische Physik, stochastische Dynamik, statistische Physik des Nichtgleichgewichtes, Netzwerke

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Originalliteratur je nach Thema

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 4 Wo., Präsentation 30 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Theoretikum "Theorie kondensierter Materie"" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM5	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretikum Quantenstatistische Physik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretikum Quantumstatistical Physics
<b>Empfohlen für:</b>	1./2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Theoretikum Quantenstatistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Sc. Physik</li> <li>• M. Sc. IPSP</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Parallel zu einem der Module "Quantenphysik von Nanostrukturen" oder "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" soll an Teilproblemen aktueller Forschungsprojekte selbständiges theoretisches Arbeiten (Einübung analytischer und numerischer Techniken, Literaturrecherche, Modellbildung, Problemlösung etc.) unter Anleitung geübt werden. Die Ergebnisse sollen in der Arbeitsgruppe diskutiert und vorgetragen sowie in einer schriftlichen Ausarbeitung dargestellt werden.
<b>Inhalt</b>	Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissenstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel zur Auswahl: mesoskopische Physik, Quantenfeldtheorie der Vielteilchensysteme
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit: schriftliche Ausarbeitung (4 Wochen) und Präsentation (45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Theoretikum Quantenstatistische Physik" (2SWS)



# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXT1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Group Theory and Its Applications in Physics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Ziel der Vorlesung ist eine Einführung in Begriffe und Methoden der Gruppentheorie, die für die Beschreibung und das Ausnutzen von Symmetrien in verschiedenen Bereichen der Physik (Kristalle, Moleküle, Kerne, Elementarteilchen) wichtig sind. Schwerpunkt sind Anwendungen in der Quantentheorie.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe der Gruppentheorie: Gruppen, Homomorphismen, Wirkungen</li> <li>- Endliche Gruppen, Molekülsymmetrien, Punktgruppen und Kristallgitter</li> <li>- Darstellungstheorie von endlichen und kompakten Gruppen (bis zum Satz von Peter-Weyl)</li> <li>- Lie-Gruppen und Lie-Algebren (nur Matrix-Gruppen)</li> <li>- Drehgruppe und ihre Darstellungen (einschließlich Spinordarstellungen)</li> <li>- Darstellungen der Permutationsgruppe</li> <li>- Anwendungen in der Quantentheorie: Erster Wignerscher Satz, Drehimpuls und Spin, Clebsch-Gordan, Auswahlregeln, identische Teilchen, NMR-Spektren, Kernmodelle, Multipletts von Elementarteilchen</li> <li>- Einiges zur Darstellungstheorie nichtkompakter Gruppen: Lorentzgruppe und Poincaregruppe (optional: Induzierte Darstellungen, semidirekte Produkte, Wignersche Klassifikation der Elementarteilchen)</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	A. O. Barut, R. Raczka: Theory of group representations and applications, PWN Warsaw, 1977 M. Hamermesh: Group theory and its application to physical problems, Addison-Wesley Reading-London, 1962 S. Sternberg: Group theory and physics, Cambridge University Press, 1994
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (4SWS)
	Übung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXT2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Teilchenphysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Particle Physics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Teilchenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Teilchenphysik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen die Konzepte und das Standardmodell der modernen Teilchenphysik kennen und werden eingeführt in</li> <li>- vereinheitlichende Theorien und den Ursprung des Universums.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Quark-Modell und die Bausteine der Welt</li> <li>- Symmetrien und Erhaltungssätze</li> <li>- Phänomenologie der schwachen Wechselwirkung: Neutrino-Physik, Paritätsverletzung, CP-Verletzung</li> <li>- Eichtheorien und das Standardmodell der Teilchenphysik: die elektroschwache Theorie</li> <li>- Quantenchromodynamik und die starke Wechselwirkung</li> <li>- Großvereinheitlichte Theorien: Protonzerfall, Neutrino-Oszillationen</li> <li>- Messmethoden und Detektoren der Teilchenphysik</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<p>Ch. Berger, Elementarteilchenphysik, Springer, 2006.          K.Sibold, Theorie der Elementarteilchen, Teubner 2001.          F.Halzen, A.D.Martin, Quarks and Leptons, Wiley, 1984.</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Lösung von wöchentlich ausgegebenen Übungsaufgaben zum Modulinhalt, für die Punkte vergeben werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des Semesters.*

Vorlesung "Teilchenphysik" (2SWS)

Übung "Teilchenphysik" (1SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	30-PHY-EPHYB21	Wahlpflicht

### Modultitel Englisch für Physiker B2.1

**Modultitel (englisch)** English for Physicists 1

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Sprachenzentrums

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Seminar "Englisch für Physiker 1" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h
- E-Learning-Veranstaltung "Englisch für Physiker 1" (0 SWS) = 0 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B. Sc. Physik
- B. Sc. IPSP
- M. Sc. Physik
- M. Sc. IPSP

**Ziele** Erwerb von Fremdsprachenkompetenz mit den Schwerpunkten verstehendes Lesen und Hören von fachbezogenen Texten auf der Stufe B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen sowie der Terminologie des Fachgebiets, des allgemeinwissenschaftlichen Wortschatzes, spezifischer Satz- und Textstrukturen

**Inhalt** Lektüre ausgewählter authentischer Fachtexte der Physik mit Nomenklatur- und Wortschatzarbeit einschließlich der Aussprache von Symbolen und mathematischen Zeichen; Hören von authentischen wissenschaftlichen Beiträgen und Vorlesungen; produktive Verarbeitung des Gelesenen und Gehörten in Diskussionen; Erwerb von Lese- und Hörstrategien sowie Recherchemethoden

**Teilnahmevoraussetzungen** Grundkenntnisse Englisch (Grundkurs Abitur bzw. mindestens Stufe B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen)

**Literaturangabe** wird vom Kursleiter bereitgestellt bzw. im Unterricht bekanntgegeben

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Seminar "Englisch für Physiker 1" (3SWS)
	E-Learning-Veranstaltung "Englisch für Physiker 1" (0SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPE2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Physik der weichen Materie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Soft Matter Physics
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Physik der weichen Materie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h</li> <li>• Seminar "Physik der weichen Materie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 75 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Praktikum "Physik der weichen Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Verständnis folgender fundamentaler Gebiete der Soft Matter Physik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moleküle und intermolekulare Wechselwirkung, Wechselwirkung zwischen Molekülen und Oberflächen</li> <li>- Grundlagen der Polymerphysik,</li> <li>- Grundlagen der Flüssigkristallphysik</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul setzt sich aus 4 SWS Vorlesung des Themenbereiches Soft Matter Physics, mindestens 6 Seminaren à 2 SWS und drei vierstündigen, vorlesungsbegleitenden Praktikumsversuchen zusammen.</p> <p>Soft matter or Soft condensed matter is a subfield of condensed matter comprising a variety of physical states that are easily deformed by thermal stresses or thermal fluctuations. They include liquids, colloids, polymers, foams, gels, granular materials, and a number of biological materials. These materials share an important common feature in that predominant physical behaviors occur at an energy scale comparable with room temperature thermal energy.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jacob N. Israelachvili: Intermolecular and Surface Forces: With Applications to Colloidal and Biological Systems (Academic Press)</li> <li>- M. Doi und S.F. Edwards: The Theory of Polymer Dynamics (Oxford Academic Press)</li> <li>- P.G. de Gennes and J. Prost: The Physics of Liquid Crystals (Oxford Academic Press)</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

## Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1 <i>Prüfungsvorleistung: (Seminarvortrag (30 Min.) zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Fragen zum Vortrag sollen in schriftlicher Form ausgearbeitet werden, sowie ein Handout zum Vortrag ausgegeben werden.)</i>	Vorlesung "Physik der weichen Materie" (4SWS)
	Seminar "Physik der weichen Materie" (1SWS)
Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1	Praktikum "Physik der weichen Materie" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPGFP	Wahlpflicht

## Modultitel **Physik poröser Materialien**

**Modultitel (englisch)** Physics of Porous Materials

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** unregelmäßig

**Lehrformen**

- Vorlesung "Physik poröser Materialien" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Grenzflächenphysik und Diffusion" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 25 h Selbststudium = 40 h
- Praktikum "Grenzflächenphysik und Diffusion" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 20 h Selbststudium = 35 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

Die Studierenden

- erschließen sich die Grundlagen eines aktuellen interdisziplinären Forschungsgebietes der Nanotechnologie
- eignen sich umfassende Kenntnisse über die Synthese, Charakterisierung, und Anwendung poröser Materialien an
- erlernen physikalische Methoden zur Untersuchung von Transport- und Wechselwirkungsmechanismen von fluiden Porenhaltstoffen in einschränkenden Geometrien
- vertiefen ihre Kenntnisse durch das Anwenden ausgewählter Methoden im Praktikum.

**Inhalt**

Das Modul baut auf Kenntnissen der allgemeinen Molekül- und Festkörperphysik auf. Es werden phänomenologische Beschreibungen und Anwendungen natürlicher und synthetischer poröser Festkörper mittels makroskopischer und mikroskopischer Strukturparameter behandelt.

Der geometrische Aufbau und die innere Struktur nanoporöser Materialien, Prinzipien zur Synthese von dispersen und porösen Festkörpern sowie moderne experimentelle Methoden und Theorien zur Untersuchung von Struktur, Adsorption und Diffusion in porösen Materialien werden erörtert und an Beispielen aus der aktuellen Forschung veranschaulicht. Diffusionsuntersuchungen beispielsweise mittels Interferenz und IR-Mikroskopie, PFG NMR sowie die energetische und die strukturelle Charakterisierung poröser Festkörper mittels Adsorptionstexturanalyse, Kalorimetrie und MAS NMR werden erläutert.

In Seminar und Praktikum vertiefen die Studierenden ihre in den Vorlesungen erworbenen Kenntnisse.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine



**Literaturangabe**

F.A.L. Dullien: "Porous Media, Fluid Transport and Pore Structure" Academic Press, London, San Diego, 1992  
F. Rouquérol, J. Rouquérol, K.S.W. Sing: "Adsorption by Powders & Porous Solids", Academic Press, London, 1999  
F. Stallmach and P. Galvosas: "Spin echo NMR diffusion studies" Annual Reports in NMR spectroscopy vol. 61, 52-131 (2007)

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung:	
Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 1 <i>Prüfungsvorleistung: (Praktikumsleistung (1 Protokoll, Bearbeitungsdauer 3 Wochen ))</i>	Vorlesung "Physik poröser Materialien" (2SWS)
	Seminar "Grenzflächenphysik und Diffusion" (1SWS)
	Praktikum "Grenzflächenphysik und Diffusion" (1SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHLP3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Halbleiterphysik II, Physik und Technologie von Halbleiter-Bauelementen</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Semiconductor Devices II
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Halbleiterphysik II: Physik und Technologie von Halbleiterbauelementen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;</li> <li>- eignen sich die Funktionsweise, Eigenschaften, und Herstellung wichtiger Halbleiterbauelemente an, um auf diesem Wissen basierend selbst entsprechende Bauelemente weiterzuentwickeln oder neu konzipieren zu können.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Es werden die physikalischen Grundlagen, Eigenschaften, Funktionalität und Herstellung der wichtigsten modernen Halbleiterbauelemente behandelt, u.a. Dioden, Transistoren, CMOS, Mikroelektronik, Photodetektoren, CCD's, Laserdioden, optische Kommunikationssysteme, Solarzellen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	M. Grundmann, The Physics of Semiconductors, Springer S. Sze, Physics of Semiconductor Devices, Wiley
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Halbleiterphysik II: Physik und Technologie von Halbleiterbauelementen" (4SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHLP5	Wahlpflicht

## Modultitel **Praktikum Halbleiterphysik II**

**Modultitel (englisch)** Laboratory Work in Semiconductor Devices

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen** • Praktikum "HLP-Praktikum II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Das Modul begleitet das Modul Halbleiterphysik II. Es werden Experimente zu Bauelementen in der Regel an modernen Apparaturen der Arbeitsgruppe Halbleiterphysik durchgeführt, die auch im täglichen Einsatz in aktuellen Forschungsprojekten verwendet werden.

Die Studierenden

- erwerben Kenntnisse über grundlegende Herstellungs-, Prozessierungs- und Charakterisierungsmethoden für moderne Halbleiterbauelemente;
- können elektronische und optische Bauelementeigenschaften selbständig bewerten;
- lernen, sich in Halbleiter-technologische Aufgabenstellungen einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.

**Inhalt** Die Studenten führen pro Semester 8 vorgegebene Versuche nach vorgegebenem Zeitplan durch.

Das Praktikum HLP II umfasst die Herstellung und Prozessierung eines eigenen oxidischen Feldeffekt-Transistors in mehreren Schritten sowie die Untersuchung von verschiedenen anderen Halbleiter-Bauelementen, wie Dioden, Leuchtdioden, Photodetektoren, Solarzellen und Laserdioden. Die Vorbereitung auf die Versuche erfolgt in Eigenarbeit an Hand der ausführlichen Skripte. Die Versuche werden unter Anleitung eines Betreuers durchgeführt. Die Versuchsauswertung erfolgt durch ein vorzulegendes Protokoll mit mündlichem Testat oder einen Kurzvortrag, die jeweils benotet werden.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - M. Grundmann: The Physics of Semiconductors, An Introduction including Devices and Nanophysics Springer, Heidelberg, 2006; Revised and extended 2nd edition 2009.

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung (8 Versuche, 4 Protokolle, 1 Abtestat), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "HLP-Praktikum II" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Hochtemperatursupraleiter</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	High Temperature Superconductors
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Hochtemperatursupraleiter" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erarbeiten sich mit der Hochtemperatursupraleitung einen Überblick über ein modernes, offenes Forschungsgebiet der Festkörperphysik. Damit kommen sie mit den Anforderungen gegenwärtiger internationaler Forschung direkt in Kontakt. Sie erlernen, sich durch Selbststudium, Literaturrecherche, eigene Referate und Diskussionen in das Forschungsthema selbstständig einzuarbeiten.
<b>Inhalt</b>	Der Inhalt des Moduls bezieht sich auf das Themengebiet "Hochtemperatursupraleiter". Themenschwerpunkte sind <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalische und chemische Besonderheiten der Hochtemperatursupraleiter-Materialien</li> <li>- Theoretische Konzepte zur Hochtemperatursupraleitung</li> <li>- State-of-the-art Messmethoden für Hochtemperatursupraleiter</li> <li>- aktuellste Entwicklungen im Forschungsgebiet und potentielle Anwendungen</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aktuelle Originalarbeiten und Monographien zu ausgewählten Aspekten der Hochtemperatursupraleitung</li> <li>- Schrieffer: Handbook of high-temperature superconductivity (Springer)</li> <li>- Poole, Farach, Creswick, Prozorov: Superconductivity (Elsevier)</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Referat 45 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Hochtemperatursupraleiter" (2SWS)
Manuskript (Bearbeitungsdauer 3 Wochen), mit Wichtung: 1	

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS3	Wahlpflicht

### Modultitel **Biological Physics**

**Modultitel (englisch)** Biological Physics

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen** • Seminar "Biological Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Neben dem Hauptziel, dem Kennenlernen aktueller biophysikalischer Fragestellungen aus der Literatur, sollen die Studierenden lernen wie sie Zugang zur aktuellen wissenschaftlichen Literatur bekommen und wie sie in der Flut der Publikationen deren Qualität beurteilen können. Neben dem Erlernen, wie wissenschaftliche Präsentationen gegeben werden, soll vermittelt werden wie man selbst wissenschaftliche Journale zur Publikation auswählt und wie man die wissenschaftlichen Arbeiten verschiedener Gruppen einordnet.

**Inhalt**

- Welche wissenschaftlichen Journale gibt es? Wie sind sie einzuordnen? Wie bekomme ich Zugang?
- Wie beurteile ich wissenschaftliche Arbeiten? Welchen Wert haben quantitative Faktoren (impact factor, citation index, usw.)
- Wie halte ich einen wissenschaftlichen Vortrag?
- Wie schreibe ich einen wissenschaftlichen Review?
- Vermittlung aktueller wissenschaftlicher Fragestellungen in der Biophysik

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** aktuelle Veröffentlichungen im Bereich Biophysik

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Biological Physics" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS4	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantum Field Theory and Gravity</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Field Theory and Gravity
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	• Seminar "Quantum Field Theory and Gravity" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen zu den Gebieten Quantenfeldtheorie und Gravitation sowie verwandten Gebieten kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), den sie schriftlich ausarbeiten (Manuskript) und einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von Manuskripten und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.
<b>Inhalt</b>	Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen:  Eichfeldtheorie, Mathematische Physik, Gravitationstheorie, Quantenfeldtheorie
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019 Spezialliteratur nach Themenbereich auf <a href="http://www.physik.uni-leipzig.de">www.physik.uni-leipzig.de</a>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Referat 45 Min., mit Wichtung: 1 Manuskript (Bearbeitungsdauer 3 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Quantum Field Theory and Gravity" (2SWS)



## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS7	Wahlpflicht

### Modultitel Theorie kondensierter Materie

**Modultitel (englisch)** Condensed Matter Theory

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen** • Seminar "Theorie kondensierter Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus den Gebieten der kondensierten Materie, der biologischen Physik, der stochastischen Dynamik, sowie aus verwandten Gebieten kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), dessen schriftliche Ausarbeitung (Manuskript) sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von Manuskripten und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

**Inhalt** Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen:

Struktur und Dynamik kondensierter Materie, Stochastische Dynamik, aktuelle interdisziplinäre Anwendungen der Theoretischen Physik

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019  
Spezialliteratur nach Themenbereich auf [www.physik.uni-leipzig.de](http://www.physik.uni-leipzig.de)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Referat 30 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Theorie kondensierter Materie" (2SWS)
Manuskript (Bearbeitungsdauer 6 Wochen), mit Wichtung: 1	

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS8	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Computer-oriented Quantum Field Theory</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Computer-oriented Quantum Field Theory
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	• Seminar "Computer-oriented Quantum Field Theory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen zu den Gebieten computerorientierte Quantenfeldtheorie sowie verwandten Gebieten kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), den sie schriftlich ausarbeiten (Manuskript) und einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von Manuskripten und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.
<b>Inhalt</b>	Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen:  Computersimulationen, effiziente Algorithmen, Anwendungen in der statistischen Physik und Quantenfeldtheorie
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019 Spezialliteratur nach Themenbereich auf <a href="http://www.physik.uni-leipzig.de">www.physik.uni-leipzig.de</a>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Referat 45 Min., mit Wichtung: 1 Manuskript (Bearbeitungsdauer 6 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Computer-oriented Quantum Field Theory" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPIOM5	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Elektronen- und Ionenstrahlverfahren zur Herstellung und Analyse dünner Schichten</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Synthesis and Characterization of Thin Films
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Herstellung und Analyse dünner Schichten mit Ionenstrahlverfahren" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Vorlesung "Analyse dünner Schichten mittels REM und TEM" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden sollen die physikalischen Grundlagen der Schichtbildung, die verschiedenen Verfahren der Herstellung dünner Schichten sowie mikroskopische Techniken wie REM und TEM zu deren Analyse kennenlernen.
<b>Inhalt</b>	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische und chemische Verfahren zur Schichtherstellung</li> <li>- Wachstum und Keimbildung von Schichten</li> <li>- Defekte und Diffusion</li> <li>- Einführung in die Rasterelektronenmikroskopie (REM)</li> <li>- Einführung in die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)</li> <li>- Probenpräparation für REM und TEM.</li> </ul> <p>In den Vorlesungen sind regelmäßige Praktika integriert.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- K.S.Sree Harsha "Principles of Physical Deposition of Thin Films" Elsevier Oxford 2006</li> <li>- M. Henzler, W. Göpel, "Oberflächenphysik des Festkörpers" Teubner, Stuttgart 1991</li> <li>- D.B Willams and C.B. Carter, "Transmission electron microscopy: A Textbook for Materials Science" Plenum Publishing Corporation, New York 1996 and 2009.</li> <li>- D.Stokes, "Principles and Practice of Variable Pressure: Environmental Scanning Electron Microscopy (VP-ESEM)" John Wiley &amp; Sons, Inc 2008</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Herstellung und Analyse dünner Schichten mit Ionenstrahlverfahren" (2SWS)
	Vorlesung "Analyse dünner Schichten mittels REM und TEM" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPM3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Methoden der Biophysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Methods in Biophysics
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Methoden der Biophysik (Biophysik II)" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Methoden der Biophysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;</li> <li>- gewinnen grundlegende Kenntnisse über Methoden zur Messung physikalischer Eigenschaften der Zellen, physikalische Messverfahren zur Charakterisierung biologischer Proben und physikalischer Eigenschaften wichtiger Molekülklassen,</li> <li>- erschließen sich aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Biophysik und der physikalischen Krankheitserforschung.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul baut auf der Ausbildung in Experimenteller und Theoretischer Physik im Bachelor-Studiengang Physik auf.</p> <p>1. Vorlesung Methoden der Biophysik (Biophysik II) Es werden die grundlegenden physikalischen Messverfahren zur Untersuchung biologischer Proben wie optische Mikroskopie, Spektroskopie und Streuverfahren erarbeitet.</p> <p>2. Seminar/Übungen Methoden der Biophysik (parallel zur Biophysik II Vorlesung) Aktuelle grundlegende Arbeiten aus dem Bereich der Biophysikalischen Methoden werden durch die Teilnehmer in Einzelreferaten und anhand von Aufgaben erarbeitet.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<p>Patrick F. Dillon, Biophysics, A Physiological Approach, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-17216-5</p> <p>Erich Sackmann und Rudolf Merkel, Lehrbuch der Biophysik, Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-40535-0</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: 1. Zweiwöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts.  
Erwerb von 50% der möglichen Punkte in den Hausaufgaben des gesamten Semesters.  
2. 30-minütiges Einzelreferat im Seminar zu aktuellen Themen der Methoden der Biophysik.*

	Vorlesung "Methoden der Biophysik (Biophysik II)" (2SWS)
	Seminar "Methoden der Biophysik" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMDC2	Wahlpflicht

## Modultitel      **Computersimulation II**

**Modultitel (englisch)**    Computer Simulations II

**Empfohlen für:**            2. Semester

**Verantwortlich**            Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer**                        2 Semester

**Modulturnus**                jedes Sommersemester

**Lehrformen**                • Vorlesung "Computersimulation II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h  
 • Übung "Computersimulation II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand**            5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**            M.Sc. Physik  
 M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**                        Die Studierenden werden an aktuelle Anwendungen auf Grenzflächensysteme und komplexe Fluide herangeführt. Die Übungen am Computer sollen einerseits dazu befähigen selbständig Grundalgorithmen der Simulation praktisch zu handhaben und andererseits Hintergrundinformationen zur Anwendung kommerzieller Simulationssoftware bereitzustellen.

**Inhalt**                        Fortgeschrittene Simulationsmethoden:  
 - MD mit erweiterten Ensembles, Nichtgleichgewicht, Quanten MD komplexe Moleküle und langreichweitige Felder (elektrische Ladungen, Ewaldsumme)  
 - Fortgeschrittene Monte-Carlo - Methoden: großkanonisches MC, Gibbs MC, umbrella sampling,  
 - Dynamisches MC, Simulation verdünnter Gase  
 - Transition State Theory, rare events  
 Anwendungen auf komplexe reale Systeme:  
 - Diffusion an Grenzflächen und in Hohlräumen (in Zeolithen und Metall-Organischen Gerüstverbindungen)  
 - Phasenübergänge in einfachen Modellsystemen,  
 - Simulation von Nichtgleichgewichtsprozessen  
 - Simulation verdünnter Gase einschließlich chemischer Gasphasenreaktionen

**Teilnahmevoraussetzungen**    keine

**Literaturangabe**            M.P. Allen and D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids, Clarendon Press, Oxford, 1987.  
 R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik - Grundlagen und Anwendungen, mit Kapitel von H.L. Vörtler, Abriss der Monte-Carlo-Methode, Vieweg, Wiesbaden, 1995  
 D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations; From Algorithms to Applications, Academic Press, San Diego, London, 2002

**Vergabe von Leistungspunkten**      keine

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

**Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: 5 Blockpraktika am Computer pro Semester mit Hausaufgaben, Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte der Praktika und der Hausaufgaben.*

	Vorlesung "Computersimulation II" (2SWS)
	Übung "Computersimulation II" (2SWS)



# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMON2	Wahlpflicht

## Modultitel Einführung in die Photonik II

**Modultitel (englisch)** Introduction to Photonics II

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik I

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Einführung in die Photonik II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Einführung in die Photonik II" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**  
M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

Die Studierenden

- erschließen sich ein modernes Forschungsgebiet
- lernen hochempfindliche optische Technologien und deren physikalische Grundlagen kennen
- beschäftigen sich mit der Wechselwirkung von Licht mit speziellen optischen Strukturen

**Inhalt**

Im Kurs werden Verfahren der hochempfindlichen Mikroskopie bis hin zur Einzelmoleküldetektion in kondensierter Phase besprochen. Es wird ihre experimentelle Realisation in verschiedenen Anwendungsbereichen erläutert. Weiterhin wird die Wechselwirkung von Licht mit photonischen Bauelementen, wie z.B. photonischen Kristallen, Metallnanopartikeln, Halbleiterquantenpunkten oder photonischen Drähten dargestellt. Im Seminar werden konkrete Rechenbeispiele aus aktuellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Photonik besprochen und die experimentelle Re-alisation verschiedener Messverfahren beispielhaft erläutert.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

Fundamentals of photonics, Bahaa E. A. Saleh and Malvin Carl Teich, Wiley, Hoboken, N.J. 2007; ISBN 978-0-471-35832-9  
 Optics, Light and Lasers, Dieter Meschede, Wiley-VCH, Weinheim; ISBN 978-3-527-40628-9  
 Optical coherence and quantum optics, Leonard Mandel and Emil Wolf, Cambridge University Press, Cambridge 1995 ;ISBN 0-521-41711-2  
 Optics, Eugene Hecht, Addison-Wesley, San Francisco, Munich 2002; ISBN 0-321-18878-0  
 Optical Properties of Semiconductor Nanocrystals, Sergey Gaponenko, Cambridge University Press, Cambridge 1998, ISBN 0-521-58241-5

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Einführung in die Photonik II" (2SWS)
	Übung "Einführung in die Photonik II" (1SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMQ2	Wahlpflicht

### Modultitel **Spinresonanz II**

**Modultitel (englisch)** Spin Resonance II

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Spinresonanz II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Spinresonanz II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**  
M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

Die Studierenden

- eignen sich vertiefende Kenntnisse bei der theoretischen Beschreibung Spin-Resonanz an
- lernen die Wechselwirkungen von Atomkernen und Elektronen kennen
- lernen anspruchsvolle theoretische und messtechnische Konzepte der Spin-Resonanz

**Inhalt**

- Relaxation, Spin-Temperatur
- Bestimmung der Hyperfein-Wechselwirkung
- Direkte und indirekte magnetische Dipol-Wechselwirkung
- Elektrische Quadrupol-Wechselwirkung
- Mehrdimensionale Verfahren
- Mehrfach-Resonanz
- Bilderzeugung
- Spektroskopie biochemischer Strukturen und Prozesse
- Spektroskopie kollektiver elektronischer Anregungen

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul "Spinresonanz I" (12-PHY-BW3MQ1) oder vergleichbare Kenntnisse

**Literaturangabe**

Slichter, C.P. Principles of Magnetic Resonance  
M. H. Levitt, Spin Dynamics  
Abragam, A.; Bleaney, B. "Electron Paramagnetic Resonance of Transition Ions"

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Spinresonanz II" (2SWS)
	Übung "Spinresonanz II" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPNFP3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Nukleare Sonden und Ionenstrahlen II</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Nuclear Probes and Ion Beams II
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften II" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 20 h Selbststudium = 35 h</li> <li>• Praktikum "Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften II" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 25 h Selbststudium = 40 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, ein aktuelles Forschungsgebiet der physikalischen Institute;</li> <li>- eignen sich Kenntnisse über die Anwendung von nuklearen Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften an;</li> <li>- vertiefen ihre Kenntnisse durch das Anwenden ausgewählter Methoden im Praktikum.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>In der Vorlesung "Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften II" werden nukleare Sondenmethoden mit und ohne Ausnutzung der Hyperfein-Wechselwirkung behandelt. Es wird auf Wirkprinzip und Anwendung von Kernorientierung, gestörter Winkelkorrelation, Mößbauer-Effekt, <math>\beta</math>-NMR, Myon-Spinrotation, Positronenvernichtung, Emissions-Channeling und PL/DLTS mit Radionukliden in den Material- und Lebenswissenschaften eingegangen. Im Praktikum vertiefen die Studierenden ihre in den Vorlesungen erworbenen Kenntnisse.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Schatz/Weidinger Nukleare Festkörperphysik Teubner uni-leipzig.de/nfp: For students: Nukleare Sonden und Ionenstrahlen
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	Vorlesung "Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften II" (2SWS)
<i>Prüfungsvorleistung: (Referat (15 Min.))</i>	Übung "Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften II" (1SWS)
Praktikumsleistung (1 Protokoll (Bearbeitungsdauer 3 Wochen)), mit Wichtung: 1	Praktikum "Sonden und Ionenstrahlen in den Material- und Lebenswissenschaften II" (1SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG2	Wahlpflicht

### Modultitel **Kosmologie**

**Modultitel (englisch)** Cosmology

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** unregelmäßig

**Lehrformen**

- Vorlesung "Kosmologie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Kosmologie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte, Methoden und Ergebnisse der modernen Kosmologie kennen. Dazu gehören: Das Verständnis der kosmischen Expansion im Rahmen der allgemeinen Relativitätstheorie, thermisches Verhalten von Materie im frühen Universum, Hintergrundstrahlung, Nukleosynthese; ferner neuere Entwicklungen wie inflationäre Szenarien, dunkle Materie und dunkle Energie. Die derzeitigen Beobachtungsmöglichkeiten und Beobachtungsergebnisse und ihre Beziehung zu den theoretischen Aussagen sind ein wichtiger Aspekt.

**Inhalt**

- Historischer Überblick: Entwicklung der Kosmologie
- Beobachtungsmöglichkeiten und -ergebnisse, Entfernungsskalen, Materiezählung, Bewegung von Galaxien und Galaxienansammlungen
- Abriss Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, kosmologische Raumzeitmodelle, kosmische Expansion in der Theorie und Vergleich mit Beobachtungsergebnissen
- Thermisches Verhalten von Strahlung und Materie im frühen Universum, Baryogenese, Nukleosynthese, Rekombination; Helium-Überschuss, Hintergrundstrahlungstemperatur
- Horizont-Problem, inflationäre Szenarien
- Dunkle Materie
- Fluktuationen der Geometrie im frühen Universum als Keime der Strukturbildung, Quantisierung

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** H. Goenner: Kosmologie, Spektrum, 1998  
S. Weinberg: Cosmology, Oxford University Press, 2008  
S. Dodelson: Modern Cosmology, Academic Press, 2003

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Kosmologie" (4SWS)
	Übung "Kosmologie" (2SWS)



## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Field Theory of Curved Space Times
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Lehrveranstaltung führt ein in die Beschreibung von quantisierter Materie in Anwesenheit von starken Gravitationsfeldern. Der konzeptionelle und mathematische Begriffsapparat der allgemein kovarianten Quantenfeldtheorie wird vorgestellt. An einfachen Modellbeispielen (lineare quantisierte Felder) werden die wesentlichen Effekte verdeutlicht: Teilchenerzeugung in zeitlich variierenden Gravitationsfeldern, Teilchenerzeugung im frühen Universum aufgrund von Quanteneffekten, Teilchenerzeugung durch schwarze Löcher (Hawking-Effekt). Allgemeine Strukturaussagen der allgemein kovarianten Quantenfeldtheorie werden diskutiert.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantisierung von linearen Feldtheorien im Minkowskiraum</li> <li>- Global hyperbolische Raumzeiten, Quantisierung linearer Felder auf global hyperbolischen Raumzeiten, Hadamard-Zustände</li> <li>- Allgemein kovariante Quantenfeldtheorie: Grundlagen, Strukturaussagen</li> <li>- Teilchenerzeugung in externen Gravitationsfeldern für lineare Quantenfelder</li> <li>- Hawking-Effekt</li> <li>- Teilchenerzeugung im frühen Universum</li> <li>- Der renormierte Energie-Impuls-Tensor</li> <li>- Ausblick: Perturbatives Quantisierungs/Renormierungsprogramm für wechselwirkende Quantenfelder</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	R.M. Wald: General Relativity, University of Chicago Press, 1984; R.M. Wald: Quantum Field Theory in Curved Spacetime and Black Hole Thermodynamics, University of Chicago Press, 1996 R. Haag: Local Quantum Physics, Springer, 2nd ed., 1996 S. Fulling: Aspects of Quantum Field Theory in Curved Spacetime, CUP, 1990

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (4SWS)
	Übung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG4	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Physik I: Hamiltonsche Systeme</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Mathematical Physics I - Hamiltonian Systems
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	Sommersemester (im ungeradzahligen Jahr)
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Hamiltonsche Systeme" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Hamiltonsche Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Methoden der Differentialgeometrie und in die Theorie der Lie-Gruppen. Als Anwendung werden verschiedene Aspekte der Theorie der Hamiltonschen Systeme behandelt.
<b>Inhalt</b>	Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tensorbündel und Tensorfelder, Vektorfelder und Differentialformen, Lie-Gruppen, Grundlagen der symplektischen Geometrie, Hamiltonsche Vektorfelder und Poisson-Strukturen, wahlweise Hamilton-Jacobi-Theorie und optische Phänomene (Kastiken), Systeme mit Symmetrien (symplektische Reduktion) oder integrable Systeme,
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	F.W. Warner: Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, Springer 1983 R. Abraham, J.E. Marsden: Foundations of Mechanics, Perseus Books 1985 P. Libermann, Ch.-M. Marle: Symplectic Geometry and Analytical Mechanics, Reidel 1987 G.. Rudolph: Vorlesungsskriptum Mathematische Physik, Teil I
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Hamiltonsche Systeme" (4SWS)
	Übung "Hamiltonsche Systeme" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG5	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Physik II: Eichfeldtheorie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Mathematical Physics II - Gauge Field Theory
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	Sommersemester (im geradzahligen Jahr)
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Eichfeldtheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Eichfeldtheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Theorie der Faserbündel und Zusammenhänge. Als Anwendungen werden die klassische Eichfeldtheorie und einige mathematische Aspekte der Gravitationstheorie behandelt.
<b>Inhalt</b>	Faserbündel und Zusammenhänge, Formulierung der (klassischen) Yang-Mills-Theorie in dieser Sprache, strenge Lösungen der Yang-Mills-Gleichungen, Higgs-Mechanismus, Klassifizierung von Faserbündeln und Chernsche Klassen, topologisch nicht-triviale Eichfeldkonfigurationen, Riemannsche Mannigfaltigkeiten und Levi-Civita-Zusammenhänge, ausgewählte mathematische Aspekte der Gravitationstheorie
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	S. Kobayashi, K. Nomizu: Foundations of Differential Geometry, I, II, Interscience Publisher 1969 T. Frankel: The Geometry of Physics, Cambridge University Press 1997 G. Rudolph: Vorlesungsskriptum Mathematische Physik, Teil II
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Eichfeldtheorie" (4SWS)
	Übung "Eichfeldtheorie" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSTP1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantum Field Theory of Many-Particle Systems</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Field Theory of Many-Particle Systems
<b>Empfohlen für:</b>	2 Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 140 h Selbststudium = 200 h</li> <li>• Übung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen sowohl wesentliche Konzepte und Methoden der Quantenfeldtheorie kennen als auch wichtige Anwendungsbeispiele. Ausgehend von Funktionalintegralen werden durch die Behandlung von Anwendungen aus den Bereichen Nanophysik, ungeordnete Systeme und stark korrelierte Systeme Kenntnisse vermittelt, die die Bearbeitung aktueller Probleme auf dem Gebiet der Vielteilchenphysik mit Methoden der Quantenfeldtheorie erlauben.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionalintegrale für Vielteilchensysteme</li> <li>- Greensche Funktionen, Antwortfunktionen und Observable</li> <li>- Störungstheorie und mittlere Feldnäherung</li> <li>- Kollektive Quantenfelder und Fluktuationen</li> <li>- Renormierungsgruppe</li> <li>- dissipatives Quantentunneln</li> <li>- topologische Feldtheorie</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	A. Altland and B.D. Simons, Condensed Matter Field Theory (Cambridge University Press); X.-G. Wen, Quantum Field Theory of Many-Body Systems: From the Origin of Sound to an Origin of Light and Electrons (Oxford Graduate Texts); H. Orland and J.W. Negele Quantum Many Particle Systems, Addison-Wesley;
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (4SWS)
	Übung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSUM2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Supraleitung II</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Superconductivity II
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Experimentelle Physik II
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Supraleitung II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Praktikum "Supraleitung II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;</li> <li>- sind mit den Phänomenen, den theoretischen Konzepten und den mikroskopischen Theorien der Supraleitung vertraut;</li> <li>- lernen typische Anwendungen der Supraleitung kennen</li> <li>- wenden grundlegende Messmethoden fachgerecht an</li> <li>- üben wissenschaftliches Präsentieren durch Vorstellung der Ergebnisse eines Praktikumsversuches</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Students get to know special subjects related to the dissipative processes in superconductors (Vortices and their movement), including the discussion of experimental results and recently published papers. Main concepts of the microscopic theory are also presented and discussed. The students have to do laboratory work using usual research equipments like SQUID and AC magnetometry, Resistance and micro-Hall measurements, torque magnetometry, etc.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D. R. Tilley and J. Tilley: Superfluidity and Superconductivity</li> <li>- M. Tinkham: Introduction to Superconductivity</li> <li>- R. P. Huebener: Magnetic Flux Structures in Superconductors</li> <li>- P. G. de Gennes: Superconductivity of Metals and Alloys</li> <li>- W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Bearbeiten von vier Praktikumsversuchen und erstellen von Praktikumsprotokollen  
(Bearbeitungsdauer: 3 Wochen).*

*Für die bewerteten Praktikumsprotokolle werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 75% der möglichen Punkte.*

	Vorlesung "Supraleitung II" (2SWS)
	Praktikum "Supraleitung II" (2SWS)



## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPT2	Wahlpflicht

### Modultitel Fortgeschrittene Statistische Physik

**Modultitel (englisch)** Advanced Statistical Physics

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Die Studierenden lernen fortgeschrittene Methoden und Themen der Statistischen Mechanik kennen.

**Inhalt** Begriffliche Vertiefung und relevante Beispiele der Gleichgewichts-Statistischen Mechanik, kritische Phänomene und Renormierungsgruppe, Thermodynamik und Statistische Mechanik des Nichtgleichgewichts, Einführung in stochastische Prozesse und Algorithmen

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Mehran Kardar: Statistical Physics of Particles; Statistical Physics of Fields, (Cambridge)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (4SWS)
	Übung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Non-linear Dynamics and Pattern Formation
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h</li> <li>• Übung "Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Vorlesung soll eine Einführung in die grundlegenden Konzepte aus der Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme und der Strukturbildung geben und zum selbständigen Studium weiterführender Literatur und von Originalarbeiten befähigen. Damit soll ein wenigstens qualitatives Verständnis einer Vielzahl von nichtlinearen Phänomenen in der Physik und anderen Disziplinen befördert werden.</p> <p>Zunächst werden Systeme mit wenigen Freiheitsgraden diskutiert. Danach werden Methoden zur Beschreibung von Systemen mit (unendlich) vielen Freiheitsgraden, insbesondere von räumlich ausgedehnten Systemen und von Systemen mit zeitlicher Verzögerung vorgestellt.</p>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamische Systeme mit wenigen Freiheitsgraden (Charakterisierung von Flüssen, Klassifikation singulärer Punkte, periodische Lösungen, Bifurkationen, Normalformen, zentrale Mannigfaltigkeiten, strukturelle Stabilität, Katastrophen, Chaos in Hamiltonschen und dissipativen Systemen)</li> <li>- Kohärente Strukturen in räumlich ausgedehnten Systemen (Gegenspiel von Nichtlinearität und Dispersion bzw. Dissipation, wandernde Wellen in Burgers-, KdV- und sin-Gordon-Gleichungen, allgemeine Lösung der Burgers-Gleichung, Hopf-Cole-Transformation, Solitonen, inverse Streumethode)</li> <li>- Strukturbildung in angetriebenen Systemen (Multiskalenanalyse, Amplitudengleichung für die Rayleigh-Benard-Instabilität, phänomenologische Amplitudengleichungen, Eckhaus- und Benjamin-Feir-Instabilitäten, Reaktions-Diffusions-Systeme, Turing-Instabilitäten, stochastisch getriebene Systeme, Kardar-Parisi-Zhang-Gleichung)</li> <li>- Systeme mit zeitlicher Verzögerung</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<a href="http://www.physik.uni-leipzig.de/~behn/NLDSBbib.pdf">http://www.physik.uni-leipzig.de/~behn/NLDSBbib.pdf</a>

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung" (4SWS)
	Übung "Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXAS3	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Praktikum Astrophysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Astrophysics Laboratory
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Dekan/in der Fakultät für Physik und Geowissenschaften in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg und der Honorarprofessur Astrophysik Leipzig
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Astrophysik" (3 SWS) = 50 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung moderne Beobachtungsmethoden der Astrophysik.</li> <li>- sind mit den theoretischen Grundkonzepten der Astrophysik vertraut und eignen sich praktische Kenntnisse im Bereich der beobachtenden Astronomie an.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden lernen ein 2m - Spiegelteleskop mit modernen bildgebenden Detektoren und Spektrometern kennen,</li> <li>- bearbeiten astronomische Aufnahmen und werten Spektren astrophysikalischer Objekte aus.</li> </ul> <p>Kapazität: 12 (2 Wochen, je 6 Personen pro Woche)</p> <p>Arbeitsort: Observatorium Tautenburg</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul "Astrophysik II - Extragalaktik" (12-PHY-MWPXAS4)
<b>Literaturangabe</b>	Praktikumsanleitung
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung (1 Protokoll (Bearbeitungsdauer 6 Wochen)), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Astrophysik" (3SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXAS4	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Astrophysik II - Extragalaktik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Astrophysics II - Extragalactic Astronomy
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Dekan/in der Fakultät für Physik und Geowissenschaften in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Astrophysik II - Extragalaktik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Astrophysik II - Extragalaktik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eignen sich grundlegende physikalische Kenntnisse über die großskaligen Phänomene und Prozesse im Universum an</li> <li>- lernen moderne astronomische Beobachtungsmethoden kennen und</li> <li>- erschließen sich ein aktuelles Forschungsgebiet</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Eigenschaften von Galaxien und Galaxienhaufen</li> <li>- Extragalaktische Entfernungsskala</li> <li>- Aktive Galaxienkerne</li> <li>- Galaxienentwicklung und kosmische Strukturbildung</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul Astrophysik I oder vergleichbare Kenntnisse der Astrophysik
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- J. Bennett et al., Astronomie – Die kosmische Perspektive, Pearson 2009</li> <li>- P. Schneider, Extragalaktische Astronomie und Kosmologie, Springer 2006</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

## Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Astrophysik II - Extragalaktik" (2SWS)
	Seminar "Astrophysik II - Extragalaktik" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXE2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Elektronik II</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Electronics II
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Dekan/in der Fakultät für Physik und Geowissenschaften
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Elektronik II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Elektronik II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eignen sich vertiefende Kenntnisse auf dem Gebiet der Elektronik an,</li> <li>- lernen Berechnungsmethoden komplexer analoger und digitaler Schaltungen</li> <li>- lernen anspruchsvolle Schaltungen der Elektronik zu konzipieren und ihr Verhalten zu simulieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methoden der Schaltungsanalyse und -synthese</li> <li>- Schwingungserzeugung</li> <li>- Frequenzumsetzung</li> <li>- Regelung</li> <li>- Beschreibungsformen und systematischer Entwurf kombinatorischer und sequentieller Logik</li> <li>- Digitale Messwerterfassung</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul Elektronik I oder vergleichbare Kenntnisse
<b>Literaturangabe</b>	<p>Wupper, H.: Elektronische Schaltungen 1, Springer Verlag</p> <p>Wupper, H.; Niemeyer, U.: Elektronische Schaltungen 2, Springer Verlag</p> <p>Koß, G.; Reinhold, W.; Hoppe, F.: Lehr und Übungsbuch Elektronik, Hanser Verlag</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Elektronik II" (2SWS)
	Übung "Elektronik II" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	30-PHY-EPHYB22	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Englisch für Physiker B2.2</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	English for Physicists 2
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Sprachenzentrums
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Englisch für Physiker 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Übung "Englisch für Physiker 2" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 15 h Selbststudium = 30 h</li> <li>• E-Learning-Veranstaltung "Englisch für Physiker 2" (0 SWS) = 0 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. Physik</li> <li>• B. Sc. IPSP</li> <li>• M. Sc. Physik</li> <li>• M. Sc. IPSP</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Erwerb von Fremdsprachenkompetenz mit den Schwerpunkten Schreiben und Sprechen zu fachbezogenen Themen auf der Stufe B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen sowie Arbeit an Terminologie, allgemeinwissenschaftlichem Wortschatz und spezifischen Satz- und Textstrukturen
<b>Inhalt</b>	<p>Verfassen von englischen Texten zu fachbezogenen Themen in wissenschaftlichem / akademischem Stil; Präsentation eines computer-gestützten Vortrags; Diskussion zu Fachthemen und Simulation berufsbezogener Situationen (z.B. Beschreibungen von Vorgängen, Geräten, Experimenten, Auswertung experimenteller Ergebnisse, Interpretation von graphischen Darstellungen, E-Mails, Bewerbungsschreiben)</p> <p>Mit erfolgreichem Abschluss der Module Englisch für Physiker B2.1 und B2.2 besteht die Möglichkeit, das UNlcert-Fachsprachenzertifikat der Stufe II zu erwerben. Weiter Informationen unter <a href="http://www.uni-leipzig.de/sprachenzentrum">www.uni-leipzig.de/sprachenzentrum</a></p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
<b>Literaturangabe</b>	wird vom Kursleiter bereitgestellt bzw. im Unterricht bekanntgegeben
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur 90 Min., mit Wichtung: 2	Seminar "Englisch für Physiker 2" (2SWS)
Mündliche Prüfung 15 Min., mit Wichtung: 1	Übung "Englisch für Physiker 2" (1SWS)
	E-Learning-Veranstaltung "Englisch für Physiker 2" (0SWS)



## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MFS1	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Forschungsseminar 1</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Project 1
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen der Physikalischen Institute
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Abteilungsseminar" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 420 h Selbststudium = 450 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	15 LP = 450 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Physik M.Sc. International Physics Studies Program
<b>Ziele</b>	Fachliche Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden erlernen die effektive und umfassende Literaturrecherche zu einem speziellen Gebiet der Physik und wenden so gewonnene Ergebnisse in der Praxis an. Der so erlernte Umgang mit wissenschaftlichen Quellen und ihrer Auswertung, befähigt den/die Student/in einen Überblick zu einem Spezialgebietes seiner/ihrer Wahl zu erhalten.</li> <li>- Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Arbeitsplans mit Arbeitszielen</li> <li>- Die Studierenden können eine entsprechende Präsentation erstellen.</li> </ul> Soziale Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Studierenden können einen Vortrag über ein aktuelles Forschungsgebiet so strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann,</li> <li>- die Studierenden beweisen sich erfolgreich in einer wissenschaftlichen Diskussion,</li> <li>- die Studierenden beherrschen die deutsche und englische Fachsprache in freier Rede und werden befähigt, auf internationalen Fachtagungen ihre Ergebnisse präsentieren zu können.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Dieses Modul ist Teil der Forschungsphase des Masterstudiums. Es dient der Einarbeitung in ein Spezialgebiet, dass aus allen Teilgebieten der Physik an der Fakultät für Physik und Geowissenschaften und ihrer Forschungspartner gefunden werden. Präsentation und Diskussion aktueller wissenschaftlicher Fragestellungen zum Spezialgebiet.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	einschlägige Lehrbücher sowie relevante internationale Fachliteratur in englischer und deutscher Sprache
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Seminar "Abteilungsseminar" (2SWS)

## Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MFS2	Pflicht

### Modultitel **Forschungsseminar 2**

**Modultitel (englisch)** Research Project 2

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Direktoren/innen der Physikalischen Institute

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Seminar "Gruppenseminar" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 420 h Selbststudium = 450 h

**Arbeitsaufwand** 15 LP = 450 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele** Fachliche Kompetenzen:  
Die Studierenden

- erweitern ihre Spezialkenntnisse auf einem Forschungsgebiet, die dem internationalen Forschungsstand entsprechen.
- sind in der Lage an spezifischen Diskussionen ihres Spezialgebietes teilzunehmen.
- sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung abgegrenzter Themen aus der Physik unter Anwendung der im Studium erworbenen Fertigkeiten.

**Inhalt** Dieses Modul ist Teil der Forschungsphase des Masterstudiums.

- Erarbeitung der wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für die Masterarbeit in ein Thema der theoretischen oder experimentellen Physik.
- Planung der Bearbeitung der Fragestellung.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** einschlägige Lehrbücher sowie relevante internationale Fachliteratur in englischer und deutscher Sprache

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Gruppenseminar" (2SWS)

# Master of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPCQT2	Wahlpflicht

## Modultitel Computational Physics II

**Modultitel (englisch)** Computational Physics II

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** Wintersemester (im geradzahligen Jahr beginnend)

**Lehrformen**

- Vorlesung "Computational Physics II" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Computational Physics II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** M.Sc. Physik  
M.Sc. International Physics Studies Program

**Ziele**

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die derzeitigen Möglichkeiten von Computereperimenten. In diesem Teil der Veranstaltung werden die wichtigsten Computerplattformen besprochen und ausgewählte forschungsrelevante Anwendungsbeispiele vorgestellt, die mit den in den Übungen erworbenen praktischen Fertigkeiten bearbeitet werden können und so den Übergang zu selbständigen Forschen einleiten sollen.

**Inhalt**

- Nichtlokale Monte-Carlo-Algorithmen: Cluster, Mehrgitter, Würmer, ...
- Monte-Carlo-Renormierungsgruppe
- Verallgemeinerte Ensembles: Multikanonische und „Tempering“ Verfahren
- Computerarchitekturen: Vektorisierung, Parallelisierung
- Computeralgebra
- Transfermatrixverfahren, Quanten-Monte-Carlo, Molekulardynamik, Hochtemperaturreihenentwicklungen
- Ausgewählte Anwendungen: Spingläser, ungeordnete Ferromagnete, Polymere und Proteine, Zufallsflächen- und graphen, Netzwerke

Empfohlene Voraussetzungen: Elementare Programmierkenntnisse in C oder Fortran. Kenntnisse aus der Vorlesung "Statistische Physik I" sind hilfreich und sinnvoll, aber keine Voraussetzung.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul "Computational Physics I" (12-PHY-MWPCQT1)

**Literaturangabe**

D.P. Landau und K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics (Cambridge University Press, Cambridge, 2005)  
B.A. Berg, Markov Chain Monte Carlo Simulations and Their Statistical Analysis (World Scientific, Singapore, 2004)  
M.E.J. Newman und G.T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics (Clarendon Press, Oxford, 1999)  
D. Frenkel und B. Smit, Understanding Molecular Simulation (Academic Press,

New York, 2002)

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

**Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Computational Physics II" (4SWS)
	Übung "Computational Physics II" (2SWS)