



**Universität Stuttgart**

**Modulhandbuch**  
**Studiengang Master of Science Physik**  
Prüfungsordnung: 2010

Wintersemester 2011/12  
Stand: 16. November 2011

Universität Stuttgart  
Keplerstr. 7  
70174 Stuttgart

---

## Kontaktpersonen:

---

Studiendekan/in:	Wolfgang Bolse Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen Tel.: E-Mail: w.bolse@ihfg.uni-stuttgart.de
------------------	--

---

Prüfungsausschussvorsitzende/r:	Clemens Bechinger 2. Physikalisches Institut Tel.: E-Mail: clemens.bechinger@physik.uni-stuttgart.de
---------------------------------	---

---

Fachstudienberater/in:	Wolfgang Bolse Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen Tel.: E-Mail: w.bolse@ihfg.uni-stuttgart.de
------------------------	--

## Inhaltsverzeichnis

<b>100 Pflichtmodule</b> .....	<b>4</b>
28320 Fachliche Spezialisierung .....	5
28290 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik .....	6
28300 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie .....	8
28310 Fortgeschrittenen-Praktikum .....	10
31610 Hauptseminar in Experimentalphysik .....	12
31620 Hauptseminar in Theoretischer Physik .....	13
28330 Methodenkenntnis und Projektplanung .....	14
<b>210 Wahlpflichtmodul Schwerpunkt</b> .....	<b>15</b>
214 Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik) .....	16
28340 Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie (Schwerpunkt) .....	17
28620 Stochastic Dynamics I + II (Ergänzung) .....	19
218 Computerphysik .....	21
28410 Fortgeschrittene Simulationsmethoden .....	22
28430 Molekulardynamiksimulationen mit ESPResSo (Vertiefungsveranstaltung) .....	24
28420 Physik auf Grafikprozessoren (GPU) (Vertiefungsveranstaltung) .....	26
28400 Simulationsmethoden in der Physik MSc .....	27
211 Festkörperphysik .....	29
28580 Magnetismus .....	30
28370 Physik in reduzierten Dimensionen .....	32
28380 Supraleitung I+II (Schwerpunkt) .....	34
28350 Symmetrien und Gruppentheorie .....	36
216 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik .....	37
28390 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik .....	38
212 Fortgeschrittene Optik MSc .....	40
28900 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt) .....	41
28360 Licht und Materie I+II (Schwerpunkt) .....	44
217 Nichtlineare Dynamik .....	46
215 Plasmaphysik MSc .....	47
28630 Plasmaphysik I + II (Ergänzung) .....	48
213 Weiche Materie und Biophysik MSc .....	50
28610 Physik der Flüssigkeiten (Ergänzung) .....	51
28600 Physik der weichen und biologischen Materie (Schwerpunkt) .....	53
<b>220 Wahlpflichtmodul Ergänzung</b> .....	<b>55</b>
28440 Astrophysik (Ergänzung) .....	56
28910 Fortgeschrittene Optik (Ergänzung) .....	58
28640 Physik der Kerne und Teilchen (Ergänzung) .....	60
28650 Relativitätstheorie (Ergänzung) .....	62
31410 Solid State Spectroscopy (Ergänzung) .....	64

---

## 100 Pflichtmodule

---

Zugeordnete Module:   28320 Fachliche Spezialisierung  
                          28290 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik  
                          28300 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie  
                          28310 Fortgeschrittenen-Praktikum  
                          31610 Hauptseminar in Experimentalphysik  
                          31620 Hauptseminar in Theoretischer Physik  
                          28330 Methodenkenntnis und Projektplanung

---

## Modul: 28320 Fachliche Spezialisierung

2. Modulkürzel:	081000404	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	15.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	10.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:		Clemens Bechinger	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Pflichtmodule M.Sc. Physik → Pflichtmodule		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Vorlesungen, Praktika und Seminare im MSc Physik</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Studierende ist in der Lage, eine aktuelle wissenschaftliche Problemstellung zu formulieren und sich in die mit der Lösung verbundenen spezifischen experimentellen oder theoretischen Methoden einzuarbeiten.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition der wissenschaftlichen Problemstellung</li> <li>• Einarbeitung in die erforderlichen theoretischen bzw. experimentellen Methoden</li> <li>• Arbeiten mit wissenschaftlicher Fachliteratur</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Fachliteratur zum Thema der wissenschaftlichen Problemstellung</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Selbststudium: 450h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28321 Fachliche Spezialisierung: Phase 1 (LBP), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0, Vorstellung der Problemstellung lehrveranstaltungsbegleitende Prüfung, Art und Umfang der LBP wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</li> <li>• 28322 Fachliche Spezialisierung: Phase 2 (LBP), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	B.Sc. Mathematik → Vorgezogene Master-Module → Vorgezogene Master-Module aus Mathematik M.Sc. Mathematik → Nebenfach → Nebenfach Physik		

## Modul: 28290 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik

2. Modulkürzel:	081700401	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:		Peter Michler	
9. Dozenten:		Peter Michler	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Physik → Pflichtmodule	
11. Empfohlene/Voraussetzungen:		• BA Physik	
12. Lernziele:		<p>1. Vorlesung und Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Die Studierenden sollen ein gründliches Verständnis der Struktur der Materie bis zur atomaren Skala erwerben.</li> <li>* Kenntnis der grundlegenden Konzepte der Molekül- und Festkörperphysik, Verständnis der Molekül- und Materialeigenschaften, Grundlagen der Materialwissenschaften.</li> <li>* Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</li> <li>* Molekülphysik</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechselwirkung von Molekülen mit Licht               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderne Methoden der Molekülspektroskopie</li> <li>- Kern- und Elektronenspinresonanz</li> </ul> </li> </ul> <p>* Festkörperphysik</p> <p>2. Hauptseminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Selbständiges Erarbeiten eines aktuellen wissenschaftlichen Themas der Experimentalphysik mit anschließender Präsentation</li> </ul>	
13. Inhalt:		<p>Vorlesung und Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter</li> <li>• Supraleiter</li> <li>• Dia- und Paramagnetismus</li> <li>• Ferro- und Antiferromagnetismus</li> <li>• Optische Prozesse und Exzitonen</li> <li>• Dielektrische und ferroelektrische Festkörper</li> <li>• Nanostrukturen</li> </ul> <p>Hauptseminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wechselnde aktuelle Forschungsthemen der Experimentalphysik</li> </ul>	
14. Literatur:		<p>Molekülphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken Wolf, Molekülphysik und Quantenchemie, Springer</li> <li>• Atkins, Friedmann, Molecular Quantum Mechanics, Oxford</li> </ul> <p>Festkörperphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, „Einführung in die Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Ibach/Lüth, „Festkörperphysik, Einführung in die Grundlagen“, Springer-Verlag</li> </ul>	

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ashcroft/Mermin: „Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Hunklinger, „Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 282901 Vorlesung Molekül- und Festkörperphysik</li> <li>• 282902 Übung Molekül- und Festkörperphysik</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Vorlesung:</b>          Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b>Übungen:</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h</p> <p><b>Hauptseminar:</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vorbereitung des Hauptseminarvortrags = 63h          Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h</p> <p><b>Gesamt: 360h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28291 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28292 Hauptseminar Experimentalphysik (USL), mündliche Prüfung, Gewichtung: 1.0, Übungsaufgaben und Schein, Hauptseminarvortrag</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	<p>B.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Vorgezogene Master-Module</li> <li>→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik</li> </ul> <p>M.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Nebenfach</li> <li>→ Nebenfach Physik</li> </ul> <p>B.Sc. Materialwissenschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schlüsselqualifikationen</li> <li>→ Wahlpflichtmodul A (Fachaffin)</li> </ul> <p>B.Sc. Materialwissenschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schlüsselqualifikationen</li> <li>→ Wahlpflichtmodul A (Fachaffin)</li> </ul>

---

## Modul: 28300 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie

2. Modulkürzel:	082000402	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Udo Seifert		
9. Dozenten:	Alejandro Muramatsu		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Pflichtmodule		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantenmechanik u. Elektrodynamik aus dem Bachelor-Studiengang</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Vorlesung und Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erwerb eines gründlichen Verständnisses der fundamentalen Konzepte und Anwendungen der fortgeschrittenen Quantenmechanik.</li> <li>Befähigung zur mathematischen Behandlung und Lösung von Aufgaben der fortgeschrittenen Quantenmechanik.</li> </ul> <p>Hauptseminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Selbständiges Erarbeiten eines aktuellen wissenschaftlichen Themas der theoretischen Physik mit anschließender Präsentation</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung der Prinzipien der Quantenmechanik</li> <li>Wechselwirkung Strahlung - Materie</li> <li>Vielteilchensysteme</li> <li>Pfadintegraldarstellung</li> <li>Offene Quantensysteme</li> </ul> <p>Hauptseminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wechselnde aktuelle Forschungsthemen der theoretischen Physik</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>z.B. M. LeBellac: Quantum Physics, Cambridge Univ. Press, (2006)</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>283001 Vorlesung Fortgeschrittene Vielteilchentheorie</li> <li>283002 Übung Fortgeschrittene Vielteilchentheorie</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b><u>Vorlesung:</u></b> Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h</p> <p><b><u>Hauptseminar:</u></b> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h Vorbereitung des Hauptseminarvortrags = 63h Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h</p> <p><b>Gesamt: 360h</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>28301 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie (PL), schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1.0</li> </ul>		

- 
- 28302 Hauptseminar Theoretische Physik (USL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0, Übungsaufgaben und Schein, Hauptseminarvortrag
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

B.Sc. Mathematik

→ Vorgezogene Master-Module

→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik

M.Sc. Mathematik

→ Nebenfach

→ Nebenfach Physik

---

## Modul: 28310 Fortgeschrittenen-Praktikum

2. Modulkürzel:	081000403	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	15.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Bruno Gompf		
9. Dozenten:	Bruno Gompf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Pflichtmodule M.Sc. Physik → Pflichtmodule		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc Physik</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis moderner Mess- und Auswertungsmethoden und deren Anwendung im wissenschaftlichen Laborbetrieb.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen ein kompliziertes physikalisches Experiment, und zwar einschließlich theoretischer Vorbereitung, erfolgreicher Durchführung sowie Auswertung der gewonnenen Daten und deren Präsentation.</li> <li>• Sie beherrschen die gängigen Präsentationstechniken Poster, verbaler Vortrag und schriftliche wissenschaftliche Arbeit.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Auswahl aus ca. 20 grundlegenden, aber komplexeren Experimenten aus folgenden Bereichen der Physik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperphysik</li> <li>• Magnetische Resonanzphänomene</li> <li>• Kernphysik</li> <li>• Plasmaphysik</li> <li>• Optik</li> <li>• Quantenphysik</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobrinski, Krakau, Vogel; Physik für Ingenieure; Teubner Verlag</li> <li>• Demtröder, Wolfgang; Experimentalphysik Bände 1 und 2; Springer Verlag</li> <li>• Paus, Hans J.; Physik in Experimenten und Beispielen; Hanser Verlag</li> <li>• Halliday, Resnick, Walker; Physik; Wiley-VCH</li> <li>• Bergmann-Schaefer; Lehrbuch der Experimentalphysik; De Gruyter</li> <li>• Paul A. Tipler: Physik, Spektrum Verlag</li> <li>• Cutnell &amp; Johnson; Physics; Wiley-VCH</li> <li>• Linder; Physik für Ingenieure; Hanser Verlag</li> <li>• Kuypers; Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Wiley-VH</li> <li>• Anleitungstexte zu den einzelnen Versuchen und die darin aufgeführte Literatur</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 283101 Physikpraktikum</li> <li>• 283102 Seminar Fortgeschrittenen-Praktikum</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b>Präsenzstunden:</b> 20 Versuche pro 7h = 140 h <b>Präsenzzeit Seminar:</b> 1,5 h pro Versuch = 30 h <b>Vor- und Nachbereitung:</b> 14 h pro Versuch = 280 h <b>Gesamt:</b> 450 h		

- 
17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 28311 Fortgeschrittenen-Praktikum: 3 Versuche (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0, 20 Versuche einschließlich Seminar lehrveranstaltungsbegleitende Prüfung: besteht aus Abschlusstestat für jeden Versuch einschließlich zugehörigem Abschlusskolloquium, alternativ Vortrag oder Poster.
  - 28312 Fortgeschrittenen-Praktikum: 9 Versuche + Präsentation und Abschlusskolloquium (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
- 
18. Grundlage für ... :
- 
19. Medienform:
- 
20. Angeboten von:
- 
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:
- B.Sc. Mathematik
    - Vorgezogene Master-Module
    - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
  - M.Sc. Mathematik
    - Nebenfach
    - Nebenfach Physik
-

## Modul: 31610 Hauptseminar in Experimentalphysik

2. Modulkürzel:	081300011	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jörg Wrachtrup		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Pflichtmodule M.Sc. Physik → Pflichtmodule		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundlagen der Experimentalphysik I-IV, Molekül- und Festkörperphysik aus dem Bachelorstudiengang		
12. Lernziele:	Selbständiges Erarbeiten eines aktuellen wissenschaftlichen Themas der Experimentalphysik mit anschließender Präsentation		
13. Inhalt:	Wechselnde aktuelle Forschungsthemen der Experimentalphysik		
14. Literatur:	Aktuelle Publikationen und Lehrbücher zum jeweiligen Thema (werden zu Beginn des Hauptseminars bekannt gegeben)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 2 SWS		28 h
	Vor- und Nachbereitung: 1,5 h pro Präsenzstunde		42 h
	Vorbereitung des Hauptseminarvortrags		20 h
	<b>Gesamt</b>		<b>90 h</b>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	31611 Hauptseminar in Experimentalphysik (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:			

## Modul: 31620 Hauptseminar in Theoretischer Physik

2. Modulkürzel:	081900010	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:		Günter Wunner	
9. Dozenten:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jörg Main</li> <li>• Günter Wunner</li> </ul>	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Physik → Pflichtmodule  M.Sc. Physik → Pflichtmodule	
11. Empfohlene/Voraussetzungen:		Quantenmechanik u. Elektrodynamik aus dem Bachelor-Studiengang Fortgeschrittene Vielteilchentheorie	
12. Lernziele:		Die Studierenden sind in der Lage, ein aktuelles wissenschaftliches Thema aus dem Bereich des Quantenchaos und des Quantencomputing sich zu erarbeiten und Dritten zu präsentieren.	
13. Inhalt:		Semiklassische Quantisierung, Periodic-Orbit-Theorie, Gutzwiller-Spurformel, Theorie der Zufallsmatrizen, Niveaustatistiken, Quantenbillards, Mikrowellenexperimente, offene Systeme, exzeptionelle Punkte, Quantenregister, Verschränkung, Quantengatter, Dekohärenz, Berechenbarkeit und Komplexität, Algorithmen für Quantencomputer, experimentelle Realisierung	
14. Literatur:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• H.-J- Stöckmann, Quantum Chaos: An Introduction, Cambridge University Press, 2007</li> <li>• F. Haake, Quantum Signatures of Chaos, 3rd. Ed., Springer, 2010</li> <li>• M. A. Nielsen, I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, 2000</li> </ul>	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:		Präsenzstunden: 2 SWS, entsprechend 28 h Vor- und Nachbereitung: 1,5 h pro Präsenzstunde 42 h Vorbereitung des Hauptseminarvortrags 20 h 90 h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:		31621 Hauptseminar in Theoretischer Physik (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0	
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:			

## Modul: 28330 Methodenkenntnis und Projektplanung

2. Modulkürzel:	081000405	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	15.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	10.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Clemens Bechinger		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Pflichtmodule M.Sc. Physik → Pflichtmodule		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc Physik, Alle Vorlesungen, Praktika und Seminare im MSc Physik</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Studierende ist in der Lage, einen Projektplan zur Bearbeitung einer aktuellen wissenschaftlichen Problemstellung zu erstellen, diesen vorzustellen und ihn in der Diskussion zu verteidigen.</li> <li>• Er verfügt über Medienkompetenz im Bereich der Informationsbeschaffung, der Umsetzung von Fachwissen und des Projektmanagements.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Arbeiten mit wissenschaftlichen Fachliteratur</li> <li>• Erstellung, Vorstellung und Diskussion des Projektplans</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Fachliteratur zum Thema der wissenschaftlichen Problemstellung</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Selbststudium, Diskussion und Präsentation: 450h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28331 Methodenkenntnis und Projektplanung: Phase 1 (LBP), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0, lehveranstaltungs begleitende Prüfung, Art und Umfang der LBP wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</li> <li>• 28332 Methodenkenntnis und Projektplanung: Phase 2 (LBP), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	B.Sc. Mathematik → Vorgezogene Master-Module → Vorgezogene Master-Module aus Mathematik M.Sc. Mathematik → Nebenfach → Nebenfach Physik		

---

## 210 Wahlpflichtmodul Schwerpunkt

---

Zugeordnete Module:	214	Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)
	218	Computerphysik
	211	Festkörperphysik
	216	Fortgeschrittene Kontinuumsphysik
	212	Fortgeschrittene Optik MSc
	217	Nichtlineare Dynamik
	215	Plasmaphysik MSc
	213	Weiche Materie und Biophysik MSc

---

---

## 214 Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)

---

Zugeordnete Module:   28340 Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie (Schwerpunkt)  
                          28620 Stochastic Dynamics I + II (Ergänzung)

---

## Modul: 28340 Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie (Schwerpunkt)

2. Modulkürzel:	082100519	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Stefan Wessel		
9. Dozenten:	Stefan Wessel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik) M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theoretische Physik I und IV, sowie Quantenmechanik 2 für das Seminar im SS</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis feldtheoretischer Methoden der statistischen Physik sowie gemeinsamer methodischer Aspekte in der Theorie der Phasenübergänge und Hochenergiephysik</li> </ul>		
13. Inhalt:	Vorlesung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantisierung freier Felder</li> <li>• Elementarprozesse</li> <li>• Grundlagen der Renormierung</li> <li>• Eichtheorien</li> <li>• Spontane Symmetriebrechung</li> <li>• Phasenübergänge</li> <li>• Ising-Modell</li> <li>• Statistische Feldtheorie</li> <li>• Renormierungsgruppe</li> </ul> Seminar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasenübergänge in magnetischen Systemen</li> <li>• Ortsraum-Renormierung</li> <li>• Numerische Verfahren</li> <li>• Feldtheorien für Quantenmagnete</li> <li>• Feldtheorie und Topologie</li> <li>• Quantenphasenübergänge</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amidei: Field Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena</li> <li>• Goldenfeld: Lectures on Phase Transitions and the Renormalization Group</li> <li>• Ryder: Quantum Field Theory</li> <li>• Peskin, Schroeder: An introduction to quantum field theory</li> <li>• Zinn-Justin: Phase Transitions and Renormalization Group</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 283401 Vorlesung Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie I</li> <li>• 283402 Übung Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie I</li> <li>• 283403 Vorlesung Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b><u>Vorlesung:</u></b>		

Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) \* 14 Wochen = 42h  
 Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h  
 Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

**Hauptseminar:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h  
 Vorbereitung des Hauptseminarvortrags = 63h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h

**Gesamt: 360h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28341 Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28342 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>
<hr/>	
18. Grundlage für ... :	
<hr/>	
19. Medienform:	
<hr/>	
20. Angeboten von:	
<hr/>	
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	<p>B.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Vorgezogene Master-Module</li> <li>→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik</li> </ul> <p>M.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Nebenfach</li> <li>→ Nebenfach Physik</li> </ul>

---

## Modul: 28620 Stochastic Dynamics I + II (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	082110320	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Hans-Peter Büchler		
9. Dozenten:	Anna Maciolek		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik) M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Theoretische Physik I --IV		
12. Lernziele:	Students master the basic concepts and techniques of stochastic dynamics for modelling processes in physics, chemistry and biology.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Review of probability theory and stochastic processes: random variables; analysis of stationary data.</li> <li>• Basic equations for stochastic processes: Markov processes, the Master Equation, the Fokker-Planck equation, the Langevin Equation</li> <li>• Detailed balance and stationary non-equilibrium states</li> <li>• Driven systems</li> <li>• Dynamics: temporal correlations, linear response and fluctuation-dissipation theorem</li> <li>• Non-equilibrium thermodynamics: entropy production, Jarzynski relations and fluctuations theorems</li> <li>• Master equation: examples and treatments, connection with the Monte Carlo simulation methods</li> <li>• Applications: evolutionary dynamics, chemical reactions, dynamic phase transitions in driven lattice gases</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Honerkamp: "Stochastic Dynamical Systems: Concepts, Numerical Methods, Data Analysis", Wiley, 1994</li> <li>• van Kampen: "Stochastic processes in physics and chemistry", Elsevier, 1992</li> <li>• Gardiner: "Handbook of stochastic methods for physics, chemistry and the natural sciences", Springer, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286201 Vorlesung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 286202 Übung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 286203 Vorlesung Stochastic Dynamics II</li> <li>• 286204 Übung Stochastic Dynamics II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b><u>Vorlesung:</u></b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b>          Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h          Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h          Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h</p> <p><b><u>Gesamt: 270 h</u></b></p>		

- 
17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 28621 Stochastic Dynamics I + II (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0
  - 28622 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:
- B.Sc. Mathematik
    - Vorgezogene Master-Module
    - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
  - M.Sc. Mathematik
    - Nebenfach
    - Nebenfach Physik
-

---

## 218 Computerphysik

---

Zugeordnete Module:    28410 Fortgeschrittene Simulationsmethoden  
                              28430 Molekulardynamiksimulationen mit ESPResSo (Vertiefungsveranstaltung)  
                              28420 Physik auf Grafikprozessoren (GPU) (Vertiefungsveranstaltung)  
                              28400 Simulationsmethoden in der Physik MSc

---

## Modul: 28410 Fortgeschrittene Simulationsmethoden

2. Modulkürzel:	082300521	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Christian Holm		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ludger Harnau</li> <li>• Anna Maciolek</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelormodul Computergrundlagen</li> <li>• Bachelormodule Experimentalphysik I und II</li> <li>• Bachelormodule Theoretische Physik I - III</li> <li>• Bachelormodul Simulationsmethoden in der Physik</li> <li>• Programmierkenntnisse (C/C++ oder FORTRAN) sind vorteilhaft</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse numerischer Methoden zur Simulation physikalischer Phänomene von klassischen Systemen, sie besitzen die Fähigkeit, effiziente und parallele Simulationsprogramme anzuwenden und zu implementieren.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Im WiSe:</b>  <b>Vorlesung Physik der Flüssigkeiten 1 (2V+1Ü)</b>            Beschreibung siehe im Wahlpflichtmodul Schwerpunkt „Weiche Materie und Biophysik“            ODER  <b>Vorlesung Stochastic Dynamics 1 (2V+1Ü)</b>            Beschreibung siehe im Wahlpflichtmodul Schwerpunkt „Advanced Statistical Physics“</p> <p><b>Im SoSe:</b>  <b>Vorlesung Fortgeschrittene Simulationsmethoden (2V+1Ü)</b>            * Parallelisierungsstrategien für teilchenbasierte Simulationen            * Effiziente Methoden für langreichweitige Wechselwirkungen            * Simulation seltener Ereignisse (Umbrella Sampling und Forward-Flux-Sampling)            * Hybride MC/MD-Simulationen            * Eventgetriebene Simulationen            * Smooth Particle Dynamics</p> <p><b>Im WiSe oder SoSe:</b>  <b>Vertiefungsveranstaltung (2 SWS)</b>            z.B. "Simulationen mit ESPResSo" oder "GPGPU-Computing"</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, „Understanding Molecular Simulations“, Academic Press, San Diego, <b>2002</b>.</li> <li>• Allen, Tildesley, „Computer Simulation of Liquids“. <i>Oxford Science Publications</i>, Clarendon Press, Oxford, <b>1987</b>.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 284101 Vorlesung Simulationsmethoden in der Praxis</li> <li>• 284102 ESPResSo Tutorial</li> </ul>		

- 284103 Vorlesung Anwendung von Simulationsmethoden (mit Wahlmöglichkeit)
- 284104 Vertiefungsveranstaltung Fortgeschrittene Simulationsmethoden

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) \* 14 Wochen = 42h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

**Vertiefungsveranstaltung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung = 63h Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h

**Gesamt: 360h**

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28411 Fortgeschrittene Simulationsmethoden (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0
- 28412 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

B.Sc. Mathematik

→ Vorgezogene Master-Module

→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik

M.Sc. Mathematik

→ Nebenfach

→ Nebenfach Physik

## Modul: 28430 Molekulardynamiksimulationen mit ESPResSo (Vertiefungsveranstaltung)

2. Modulkürzel:	082300420	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Christian Holm		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Christian Holm</li> <li>• Axel Arnold</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb der Fähigkeit, Molekulardynamik-Simulationen von vergrößerten Modellen mit Hilfe der Simulationssoftware ESPResSo durchführen zu können. Vertiefung der Kenntnisse diverser Simulationsalgorithmen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	In dieser Blockveranstaltung wird in die Arbeit mit der Simulationssoftware ESPResSo eingeführt. Verschiedene Dozenten werden verschiedene Aspekte der Software vorstellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lennard-Jones-Simulationen</li> <li>• Visualisierung mit VMD</li> <li>• Langreichweitige Wechselwirkungen</li> <li>• Lattice-Boltzmann-Systeme</li> <li>• Multiskalen-Simulationen</li> <li>• Systematisches Coarse-Graining mit VOTCA</li> <li>• Anwendungen von ESPResSo: Biomembranen, Polyelectrolyte, Ferrofluide, Glasübergänge</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESPResSo Users' Guide</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	284301 Blockveranstaltung Computerphysik (Vertiefungsveranstaltung): Molekulardynamiksimulationen mit ESPResSo		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden und Selbststudium 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28431 Molekulardynamiksimulationen mit ESPResSo (Vertiefungsveranstaltung) (PL), mündliche Prüfung, 15 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28432 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 15 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	B.Sc. Mathematik → Vorgezogene Master-Module		

---

→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik

---

## Modul: 28420 Physik auf Grafikprozessoren (GPU) (Vertiefungsveranstaltung)

2. Modulkürzel:	082300419	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:		Axel Arnold	
9. Dozenten:		Axel Arnold	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik	
11. Empfohlene/Voraussetzungen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse in den Programmiersprachen C oder C++</li> <li>• Grundkenntnisse in numerischen Algorithmen</li> </ul>	
12. Lernziele:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Grafikprozessoren unter CUDA für den Einsatz im High-Performance-Computing zu programmieren.</li> </ul>	
13. Inhalt:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Architektur von Grafikkarten</li> <li>• Grundlagen der parallelen Programmierung mit verteiltem Speicher</li> <li>• Einführung in CUDA</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>	
14. Literatur:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• NVIDIA CUDA Programming Guide</li> <li>• Hubert Nguyen, „GPU Gems 3“, Addison-Wesley</li> </ul>	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 284201 Vorlesung Computerphysik (Vertiefungsveranstaltung): Physik auf Grafikprozessoren (GPU)</li> <li>• 284202 Übung Computerphysik (Vertiefungsveranstaltung): Physik auf Grafikprozessoren (GPU)</li> </ul>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:		Präsenzstunden und Selbststudium 90 h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28421 Physik auf Grafikprozessoren (GPU) (Vertiefungsveranstaltung) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28422 Vorleistung (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0</li> </ul>	
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:		B.Sc. Mathematik → Vorgezogene Master-Module → Vorgezogene Master-Module aus Mathematik	

## Modul: 28400 Simulationenmethoden in der Physik MSc

2. Modulkürzel:	082300417	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Christian Holm		
9. Dozenten:	Christian Holm		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Computerphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelormodul Computergrundlagen</li> <li>• Bachelormodule Experimentalphysik I und II</li> <li>• Bachelormodule Theoretische Physik I - III</li> <li>• Empfohlen: Bachelormodul Physik auf dem Computer</li> <li>• Programmierkenntnisse (C/C++ oder FORTRAN) sind vorteilhaft</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein gründliches Verständnis von numerischen Methoden zur Simulation physikalischer Phänomene von klassischen und quantenmechanischen Systemen.</li> <li>• Sie sind zum selbstständigen Einsatz von Simulationsverfahren befähigt. In den Übungen erwerben sie Medienkompetenz und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>im WiSe:</b>  <b>Simulationenmethoden in der Physik 1 (2V+1Ü)</b>          * Geschichte der Computer          * Grundlagen der Molekulardynamik (MD) (Integratoren, Observablen)          * Unterschiedliche Ensembles, Thermostate, Barostate          * Finite Elemente          * Simulation quantenmechanischer Probleme (Lösen der Schrödingergleichung, Gittermodelle, Gittereichtheorie)          * Monte-Carlo-Simulationen (MC)          * Spinsysteme, Kritische Phänomene, Finite Size Scaling          * Statistische Fehler, Autokorrelation</p> <p><b>im SoSe:</b>  <b>Simulationenmethoden in der Physik 2 (2V+1Ü)</b>          * Ab-initio MD          * Fortgeschrittene MD-Methoden          * Implizite Lösungsmittelmodelle          * Hydrodynamische Wechselwirkungen          * Coarse-graining          * Fortgeschrittene MC-Methoden          * Berechnung der freien Energie</p> <p><b>im WiSe oder SoSe:</b>  <b>Vertiefungsveranstaltung (2 SWS)</b>          z.B. "GPGPU-Computing" oder "Simulationen mit ESPReso"</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, „Understanding Molecular Simulations“, Academic Press, San Diego, <b>2002</b>.</li> </ul>		

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allen, Tildesley, „Computer Simulation of Liquids“. <i>Oxford Science Publications</i>, Clarendon Press, Oxford, <b>1987</b>.</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 284001 Vorlesung Simulationsmethoden in der Physik 1</li> <li>• 284002 Übung Simulationsmethoden in der Physik 1</li> <li>• 284003 Vorlesung Simulationsmethoden in der Physik 2</li> <li>• 284004 Übung Simulationsmethoden in der Physik 2</li> <li>• 284005 Vertiefungsveranstaltung Simulationsmethoden in der Physik</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Vorlesung:</b>          Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b>Übungen:</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h</p> <p><b>Hauptseminar</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vorbereitung des Hauptseminarvortrags = 63h          Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h</p> <p><b>Gesamt: 360h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28401 Simulationsmethoden in der Physik MSc (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28402 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	<p>B.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Vorgezogene Master-Module</li> <li>→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik</li> </ul> <p>M.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Nebenfach</li> <li>→ Nebenfach Physik</li> </ul>

---

---

## 211 Festkörperphysik

---

Zugeordnete Module:   28580 Magnetismus  
                          28370 Physik in reduzierten Dimensionen  
                          28380 Supraleitung I+II (Schwerpunkt)  
                          28350 Symmetrien und Gruppentheorie

---

## Modul: 28580 Magnetismus

2. Modulkürzel:	082200421	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Martin Dressel		
9. Dozenten:	Eberhard Goering		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnissen im Bereich des Magnetismus		
13. Inhalt:	a. Einführung und Phänomenologie des Magnetismus b. Atomarer Magnetismus und Bohrsches Magnetron c. Magnetische Kopplung Austausch-W.W. d. Heisenberg- und Ising- Modell e. Magnetische Ordnung f. Elementare Anregungen: Magnonen g. Entmagnetisierungsfaktor und magnetokristalline Anisotropie h. Hard- und weichmagnetische Systeme i. Methoden zur Untersuchung des makroskopischen Magnetismus: SQUID, VSM, etc. j. Magnetische Domänen und deren Modellierung k. Methoden zur magnetischen Mikroskopie: MOKE, MTXM und Co. l. Magnetismus dünner Schichten m. „Exchange-Bias“ und dessen Anwendung n. Spin abhängiger Transport: AMR, GMR, TMR und Co. o. Spin-Elektronik: „MRAMs“, Spin-Ventile und Co. p. „Spin-torque“ q. Methoden zur Untersuchung des mikroskopischen Magnetismus: XMCD, XRMR, Neutronenstreuung und Co. r. Moderne Anwendungen des Magnetismus		
14. Literatur:	1) Ashcroft und Mermin: Solid State Physics, Harcourt Brace College Publishers 2) Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, Teubner 3) Nolting: Quantentheorie des Magnetismus, Teubner 4) Stöhr/Siegmann: Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer 5) Cullity/Graham: Introduction to Magnetic Materials, Wiley 6) Wohlfarth: Ferromagnetic materials, North-Holland 7) Blundell: Magnetism in Condensed Matter, Oxford Univ. Press		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	285801 Vorlesung Festkörperphysik: Magnetismus		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21 h Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 69 h		

---

Gesamt = 90 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 28581 Magnetismus (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
  - 28582 Vorleistung (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:
- B.Sc. Mathematik
    - Vorgezogene Master-Module
    - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
  - M.Sc. Mathematik
    - Nebenfach
    - Nebenfach Physik
-

## Modul: 28370 Physik in reduzierten Dimensionen

2. Modulkürzel:	081100414	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Martin Dressel		
9. Dozenten:	Jürgen Smet		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanik, Festkörperphysik</li> </ul>		
12. Lernziele:	Theoretische Konzepte der Physik in einer Dimension, Instabilitäten, Symmetriebrücke, kollektive Phänomene		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermi-Fläche, Zustandsdichte, Anregungen</li> <li>• Materialien: künstliche Nanostrukturen, Quantendrähte, Kohlenstoffnanoröhren, anorganische und organische Kristalle</li> <li>• Ladungsdichtewelle</li> <li>• Spindichtewelle</li> <li>• Eindimensionale Magnete: Heisenberg-Modell, Ising-Modell</li> <li>• Eindimensionale Metalle: Hubbard-Modell, Luttinger-Flüssigkeit</li> <li>• Ladungsordnung, Spinordnung</li> <li>• Halbleiter-Grenzenflächen, Si-MOSFETs, GaAs/AlGaAs-Heterostrukturen</li> <li>• zweidimensionale Kristalle, Metalloxide, organische Leiter, Graphit, Elektronen auf Helium</li> <li>• Quantenfilme, zweidimensionales Elektronengas, Entartung, Wigner-Kristall</li> <li>• Landau-Niveaus, Quantenoszillationen, Lifshitz-Kosevich-Theorie, de Haasvan Alphen-Effekt, Shubnikov-de Hass-Effekt</li> <li>• Quanten-Hall-Effekt, fraktionierter Quanten-Hall-Effekt, Lokalisierung, edge-states,</li> <li>• Physik hoher Magnetfelder</li> <li>• Lokalisierung, Ladungs- und Spinordnung in zwei Dimensionen</li> <li>• Zweidimensionale Supraleitung, Vortex-Gitter, Topologie, Kosterlitz-Thouless-Übergang</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieb/Mattis, :Mathematical Physics in One Dimension, Academic Press</li> <li>• Kagoshima/Nagasawa/Sambongi: One-Dimensional Conductors, Springer-Verlag</li> <li>• Giamarchi: Quantum Physics in One Dimension, Oxford University Press</li> <li>• Roth/Carroll, One-dimensional metals, VCH Weinheim</li> <li>• Grüner, Density Waves in Solids, Addison-Wesley</li> <li>• Dressel/Grüner: Electrodynamics of Solids, Cambridge University Press</li> <li>• Prange (Hrsg.): The quantum Hall effect, Springer-Verlag</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	283701 Vorlesung Festkörperphysik: Physik in reduzierten Dimensionen		

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 28371 Physik in reduzierten Dimensionen (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li><li>• 28372 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	<ul style="list-style-type: none"><li>B.Sc. Mathematik</li><li>→ Vorgezogene Master-Module</li><li>→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik</li></ul>

---

## Modul: 28380 Supraleitung I+II (Schwerpunkt)

2. Modulkürzel:	081100512	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Martin Dressel		
9. Dozenten:	Martin Dressel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnissen im Bereich der kondensierten Materie bzw. der Materialwissenschaften und deren elektronischen Eigenschaften. Sie sind in der Lage, die in Studien erlangten Kenntnisse in Elektrodynamik, Thermodynamik und Quantenmechanik auf das spezifische Problem der Supraleitung anzuwenden.</li> <li>• Sie können grundlegende festkörperphysikalischer Messmethoden diskutieren.</li> <li>• Sie kennen die aktuellen Forschungsbereiche und sind in der Lage, sich zu spezialisieren und auf die Masterarbeit im Bereich der experimentellen oder theoretischen Festkörperphysik vorzubereiten.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Supraleitung 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie</li> <li>• Thermodynamische, elektronische und magnetische Eigenschaften</li> <li>• Theoretische Modelle (London-, Ginzburg-Landau-Theorie)</li> <li>• Typ-II Supraleiter</li> <li>• BCS-Theorie</li> <li>• Josephson-Effekte</li> <li>• Anwendungen der Supraleitung</li> </ul> <p><b>Supraleitung 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suprafluidität</li> <li>• Unkonventionelle Supraleitung: Hochtemperatursupraleitung, Organische Supraleitung, Supraleitung und Magnetismus; theoretische Modelle, experimentelle Beobachtungen</li> <li>• Nanostrukturierte Supraleiter, dünne Filme Supraleiter</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Buckel / R. Kleiner: Supraleitung, VCH Weinheim</li> <li>• M. Tinkham: Introduction to Superconductivity, McGraw-Hill, New York</li> <li>• J. F. Annett: Superconductivity, Superfluids and Condensates, Oxford University Press</li> <li>• J. R. Schrieffer: Theory of Superconductivity, Addison-Wesley, Redwood City</li> <li>• J.B. Ketterson / S.N. Song, Superconductivity, Cambridge University Press</li> </ul>		

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K.H. Bennemann / J.B. Ketterson (Eds.), The Physics of Superconductors, Vol. I and II, Springer-Verlag Berlin</li> <li>• Burns: High-Temperature Superconductivity: An Introduction, Academic Press</li> <li>• Lynn/Allen: High-Temperature Superconductivity, Springer-Verlag</li> <li>• Ishiguro/Yamaji/Saito: Organic Superconductors, Springer-Verlag</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 283801 Vorlesung Festkörperphysik: Supraleitung I+II</li> <li>• 283802 Übung Festkörperphysik: Supraleitung I+II</li> <li>• 283803 Vertiefungsveranstaltung Festkörperphysik: Supraleitung I+II</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Vorlesung:</b>          Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b>Übungen:</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h</p> <p><b>Vertiefungsveranstaltung:</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vor- und Nachbereitung = 63h          Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h</p> <p><b>Gesamt: 360h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28381 Supraleitung I+II (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28382 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	B.Sc. Mathematik → Vorgezogene Master-Module → Vorgezogene Master-Module aus Mathematik  M.Sc. Mathematik → Nebenfach → Nebenfach Physik

---

## Modul: 28350 Symmetrien und Gruppentheorie

2. Modulkürzel:	081100412	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Martin Dressel		
9. Dozenten:	Manfred Fähnle		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Festkörperphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekül- und Festkörperphysik, Quantenmechanik, Mathematik (Matrizen usw)</li> </ul>		
12. Lernziele:	Aufbau der Materie, Struktur und Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrie-Elemente und -Operationen</li> <li>• Mathematische Definition einer Gruppe</li> <li>• Reduzible und Irreduzible Darstellungen</li> <li>• Charaktertafeln</li> <li>• Punktgruppen- und Raumgruppensymmetrie</li> <li>• Anwendungen der Gruppentheorie</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atkins/Friedman: Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press</li> <li>• Böhm, Symmetrien in Festkörpern, VCH Berlin</li> <li>• Wagner, Gruppentheoretische Methoden in der Physik, Vieweg Braunschweig</li> <li>• Sternberg, Group Theory and Physics, Cambridge University Press</li> <li>• Jacobs, Group theory with applications in chemical physics, Cambridge University Press</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	283501 Vorlesung Festkörperphysik: Symmetrien und Gruppentheorie		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden und Selbststudium: 180h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28351 Symmetrien und Gruppentheorie (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28352 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	B.Sc. Mathematik → Vorgezogene Master-Module → Vorgezogene Master-Module aus Mathematik		

---

## 216 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik

---

Zugeordnete Module: 28390 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik

---

## Modul: 28390 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik

2. Modulkürzel:	092200416	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Hans-Rainer Trebin		
9. Dozenten:	Hans-Rainer Trebin		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Fortgeschrittene Kontinuumsphysik  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Fortgeschrittene Kontinuumsphysik		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Bachelor in Physik: Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik		
12. Lernziele:	Beschreibung und Berechnung der Statik und Dynamik von Kontinua kondensierter Materie		
13. Inhalt:	Kontinuumstheorie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensorrechnung, partielle Differenzialgleichungen</li> <li>• Kinematik und Dynamik eines Kontinuums</li> <li>• Konstitutive Gleichungen, elastisches Material, ideale und newtonsche Flüssigkeit</li> </ul> Allgemeine Hydrodynamik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung von allgemeinen hydrodynamischen Grundgleichungen</li> <li>• Supraflüssigkeiten, Flüssigkristalle, Kolloide, Kristalle</li> <li>• Magnetohydrodynamik</li> <li>• Instabilitäten, Musterbildung, Turbulenz</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Becker/Bürger: Kontinuumsmechanik, Teubner</li> <li>• Landau/Lifshitz: Hydrodynamik, Akademie-Verlag</li> <li>• Forster: Hydrodynamik fluctuations, broken symmetry, correlation functions, Benjamin</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 283901 Vorlesung Fortgeschrittene Kontinuumsphysik</li> <li>• 283902 Übung Fortgeschrittene Kontinuumsphysik</li> <li>• 283903 Oberseminar Fortgeschrittene Kontinuumsphysik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b>Vorlesung:</b> Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h <b>Übungen:</b> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h <b>Hauptseminar</b> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h Vorbereitung des Hauptseminarvortrags = 63h Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h <b>Gesamt: 360h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28391 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0, Übungsaufgaben 90-</li> </ul>		

---

minütige Klausur in der Mitte des Semesters (Vorleistung zur Teilnahme an der Prüfungsleistung)

- 28392 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

B.Sc. Mathematik

→ Vorgezogene Master-Module

→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik

M.Sc. Mathematik

→ Nebenfach

→ Nebenfach Physik

---

---

## 212 Fortgeschrittene Optik MSc

---

Zugeordnete Module:   28900 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt)  
                              28360 Licht und Materie I+II (Schwerpunkt)

---

## Modul: 28900 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt)

2. Modulkürzel:	081700515	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Peter Michler		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peter Michler</li> <li>• Hans-Peter Büchler</li> <li>• Ralf Vogelgesang</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Fortgeschrittene Optik MSc  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Fortgeschrittene Optik MSc		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende: Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der linearen Optik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende: Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der Halbleiter-Quantenoptik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Theoretische Quantenoptik (Vertiefungsveranstaltung): Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der theoretischen Beschreibung der Quantenoptik</p>		
13. Inhalt:	<p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Materie (Reflexion und Brechung, Pulspropagation)</li> <li>• Spiegel und Strahlteiler (Resonatoren, Interferometer)</li> <li>• Geometrische Optik (paraxiale Optik, ABCD Matrizen, Resonantortypen, Abbildungssysteme)</li> <li>• Wellenoptik (Gauß'sche Strahlen, Skalare Beugungstheorie, Fresnel- und Fraunhofer Beugung)</li> <li>• Kohärenz (Korrelationsfunktion, Kohärenzinterferometrie)</li> </ul> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter-Quantenpunkte</li> <li>• Halbleiter-Resonatoren</li> <li>• Korrelationsfunktionen</li> <li>• Quantenzustände des elektromagnetischen Lichts</li> <li>• Photonenstatistik</li> <li>• Quantenoptik mit Photonenanzahlzuständen</li> </ul> <p>Vorlesung Theoretische Quantenoptik (Vertiefungsveranstaltung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantisierung der el. mag. Strahlung</li> </ul>		

- Zustandsmodelle: Kohärente Zustände, Squeezed states, P-Representation
- Stockastische Methoden: Master Gleichung
- Input-Output Formalismus in Kavitäten
- Bell'sche Ungleichungen

## 14. Literatur:

Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende:

- E. Hecht, Optics 3rd ed. Addison Wesley Longman, 1998
- D. Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner 2nd ed. 2005
- B.E. A Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, 2nd ed. 2007
- Bergmann Schäfer Bd. 9, Optics, de Gruyter 1999

Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende:

- P. Michler, NanoScience and Technology, Single Semiconductor Quantum Dots, Springer 2009
- D. Bimberg, M. Grundmann, N. Ledentsov, Quantum Dot Heterostructures, Wiley & Sons
- R. Loudon, The Quantum Theory of Light, Oxford University Press
- M. Fox, Quantum Optics, An Introduction, Oxford Master Series
- Bachor/Ralph, A Guide to Experiments in Quantum Optics, Wiley VHC
- W. P. Schleich, Quantum Optics in Phase Space, Wiley VHC

Vorlesung Theoretische Quantenoptik (Vertiefungsveranstaltung):

- D.F. Walls, G.J. Millburn, Quantum Optics, Springer Verlag
- C.W. Gardiner, P. Zoller, Quantum Noise, Springer Verlag

## 15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 289001 Vorlesung Lineare Optik
- 289002 Übung und Praktikum Lineare Optik
- 289003 Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik
- 289004 Übung Halbleiter-Quantenoptik
- 289005 Vorlesung und Übung Theoretische Quantenoptik

## 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

- \* Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h
- \* Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übungen:**

- \* Präsenzstunden: 0,75 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 21 h
- \* Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

**Vertiefungsveranstaltung:**

- \* Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21 h
- \* Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h
- Prüfung inkl. Vorbereitung = 66 h

**Gesamt = 360 h**

## 17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28901 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt) (PL), mündliche Prüfung, 45 Min., Gewichtung: 1.0
- 28902 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 45 Min., Gewichtung: 1.0

## 18. Grundlage für ... :

## 19. Medienform:

## 20. Angeboten von:

## 21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

- B.Sc. Mathematik
- Vorgezogene Master-Module
  - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik

M.Sc. Mathematik  
→ Nebenfach  
→ Nebenfach Physik

---

## Modul: 28360 Licht und Materie I+II (Schwerpunkt)

2. Modulkürzel:	081100516	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Martin Dressel		
9. Dozenten:	Marc Scheffler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Fortgeschrittene Optik MSc  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Fortgeschrittene Optik MSc		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik, Festkörperphysik</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein tiefgreifendes Verständnis der Wechselwirkung von Licht und Materie, der Konzepte zu ihrer Beschreibung, sie kennen die Anwendungen in Alltag, Wissenschaft und Technik</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Beispiele der Licht-Materie Wechselwirkung</li> <li>• Quantenmechanische Licht-Materie Wechselwirkung</li> <li>• Optische Spektroskopie</li> <li>• Optische Konstanten und dielektrische Funktion</li> <li>• Antwortfunktionen, Summenregeln</li> <li>• Halbleiter und Lorentz-Modell</li> <li>• Metalle und Drude-Modell</li> <li>• Plasmonen</li> <li>• Wechselwirkende Elektronen, Supraleiter</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dressel/Grüner: Electrodynamics of Solids, Cambridge University Press</li> <li>• Born/Wolf: Principles of Optics, Cambridge University Press</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 283601 Vorlesung Festkörperphysik: Licht und Materie I+II</li> <li>• 283602 Übung Festkörperphysik: Licht und Materie I+II</li> <li>• 283603 Vertiefungsveranstaltung Festkörperphysik: Licht und Materie I+II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b><u>Vorlesung:</u></b>          Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h</p> <p><b><u>Vertiefungsveranstaltung:</u></b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h          Vor- und Nachbereitung = 63h          Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h</p> <p><b><u>Gesamt: 360h</u></b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28361 Licht und Materie I+II (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28362 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>		

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

- B.Sc. Mathematik
  - Vorgezogene Master-Module
  - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
- M.Sc. Mathematik
  - Nebenfach
  - Nebenfach Physik

---

---

## 217 Nichtlineare Dynamik

---

---

---

## 215 Plasmaphysik MSc

---

Zugeordnete Module: 28630 Plasmaphysik I + II (Ergänzung)

---

## Modul: 28630 Plasmaphysik I + II (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	081600303	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Stroth		
9. Dozenten:	Ulrich Stroth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Plasmaphysik MSc  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Plasmaphysik MSc		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über die Grundlagen experimentellen Plasmaphysik und können diese in Übungen anwenden		
13. Inhalt:	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><b>Plasmaphysik I:</b>          Plasmaeigenschaften, Zustandsgrenzen, Debye-Abschirmung, Plasmafrequenz, Teilchenbahnen im Magnetfeld, Larmorradius, Gyrofrequenz, Teilchendiffusions, Magnetischer Spiegel, Adiabatische Invarianten, Teilchen im Erdmagnetfeld, Flüssigkeitsbild des Plasmas, Ein- und Zweiflüssigkeitsgleichungen, MHD-Gleichungen, Eingefrorener Fluss, Plasmadynamo, Plasma-Pinche, Gradienten- vs. diamagnetische Drift, Plasmaströmungen in der Ionosphäre, Plasmastabilität, Rayleigh-Taylor-Instabilität, Austauschinstabilität, Modenanalyse, Energieprinzip, Alfvén-Wellen</p> <p><b>Plasmaphysik II:</b>          Wellen im Flüssigkeitsbild, Wellengleichung, Welle im feldfreien Plasma, Warme Plasmen, Einfluss von Stößen, Wellen in magnetisierten Plasmen, Interferometrie, Reflektometrie, Polarimetrie, CMA-Diagramm, Kinetische Theorie, Boltzmann-Verteilungsfunktion, Maxwell-Verteilungsfunktion, Boltzmann-Gleichung, Stoßterm, Fokker-Planck-Gleichung, Herleitung der Flüssigkeitsgleichungen, Coulomb-Streuung, Coulomb-Logarithmus, Relaxationszeiten, Elektrische Leitfähigkeit, Diffusionskonstante, Ambipolarer Fluss, Glimmentladung, Plasmaschicht, Bohm-Kriterium, Langmuir-Sonde</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chen, Plasma Physics and Controlled Fusion, Plenum Press, New York, 1983</li> <li>• M. Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung. Eine Einführung, Teubner, 2003</li> <li>• Skriptum zur Vorlesung</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286301 Vorlesung Plasmaphysik Teil 1</li> <li>• 286302 Vorlesung Plasmaphysik Teil 2</li> <li>• 286303 Übung Plasmaphysik Teil 1</li> <li>• 286304 Übung Plasmaphysik Teil 2</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Vorlesung:</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p>		

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h

**Gesamt: 270 h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 28631 Plasmaphysik I + II (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li><li>• 28632 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	<p>B.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"><li>→ Vorgezogene Master-Module</li><li>→ Vorgezogene Master-Module aus Mathematik</li></ul> <p>M.Sc. Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"><li>→ Nebenfach</li><li>→ Nebenfach Physik</li></ul>

---

---

## 213 Weiche Materie und Biophysik MSc

---

Zugeordnete Module:   28610 Physik der Flüssigkeiten (Ergänzung)  
                              28600 Physik der weichen und biologischen Materie (Schwerpunkt)

---

## Modul: 28610 Physik der Flüssigkeiten (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	082230207	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Siegfried Dietrich		
9. Dozenten:	Ludger Harnau		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Weiche Materie und Biophysik MSc  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Weiche Materie und Biophysik MSc		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte der Theorie der Fluide.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsfuktuationen</li> <li>• Phasenübergänge</li> <li>• Kritische Fluktuationen und Skalengesetze</li> <li>• Grenzflächenstrukturen von Fluiden</li> <li>• Klassische Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Brownsche Bewegung</li> </ul>		
14. Literatur:	J.-L. Barrat and J.-P. Hansen, Basic concepts for simple and complex fluids, University Press, Cambridge, 2003		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286101 Vorlesung Physik der Flüssigkeiten I</li> <li>• 286102 Übung Physik der Flüssigkeiten I</li> <li>• 286103 Vorlesung Physik der Flüssigkeiten II</li> <li>• 286104 Übung Physik der Flüssigkeiten II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b><u>Vorlesung:</u></b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b>          Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h          Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h          Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h</p> <p><b><u>Gesamt: 270 h</u></b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28611 Physik der Flüssigkeiten (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 28612 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:	B.Sc. Mathematik		

- Vorgezogene Master-Module
- Vorgezogene Master-Module aus Mathematik

M.Sc. Mathematik

- Nebenfach
  - Nebenfach Physik
-

## Modul: 28600 Physik der weichen und biologischen Materie (Schwerpunkt)

2. Modulkürzel:	082000517	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Udo Seifert		
9. Dozenten:	Clemens Bechinger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Weiche Materie und Biophysik MSc  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt → Weiche Materie und Biophysik MSc		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der statischen und dynamischen Eigenschaften weicher kondensierter Materie, insbesondere kolloidaler Suspensionen, Proteinen, Flüssigkristallen etc. Ferner werden grundlegende experimentelle Techniken zur Untersuchung kolloidaler Systeme (optische Pinzetten, statische und dynamische Lichtstreuung, Mikroskopietechniken etc.) vermittelt.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung struktureller und dynamischer Eigenschaften Brownscher Teilchen durch Methoden aus der statistischen Physik</li> <li>• Untersuchungsmethoden: Mikroskopietechniken, Lichtstreuung, TIRM</li> <li>• Wechselwirkung kolloidaler Suspensionen mit äußeren Feldern, optische Pinzetten</li> <li>• Phasenübergänge in zweidimensionalen Systemen</li> <li>• Entropische Wechselwirkungen</li> <li>• Hydrodynamische Wechselwirkungen</li> </ul>		
14. Literatur:	Evans, and H. Wennerström, The Colloidal Domain: Where Physics, Chemistry, Biology, and Technology meet (VCH, New York, 1994).		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286001 Vorlesung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 1</li> <li>• 286002 Vorlesung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 2</li> <li>• 286003 Übung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 1</li> <li>• 286004 Übung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 2</li> <li>• 286005 Laborkurs</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b><u>Vorlesung:</u></b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h          Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b>          Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h          Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h          Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h</p> <p><b><u>Blockpraktikum:</u></b>          Präsenzstunden = 45 h          Vor- und Nachbereitung = 45 h</p> <p><b><u>Gesamt:</u></b> 360 h</p>		

- 
17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 28601 Physik der weichen und biologischen Materie (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
  - 28602 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:
- B.Sc. Mathematik
    - Vorgezogene Master-Module
    - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
  - M.Sc. Mathematik
    - Nebenfach
    - Nebenfach Physik
-

---

## 220 Wahlpflichtmodul Ergänzung

---

Zugeordnete Module:    28440 Astrophysik (Ergänzung)  
                              28910 Fortgeschrittene Optik (Ergänzung)  
                              28640 Physik der Kerne und Teilchen (Ergänzung)  
                              28650 Relativitätstheorie (Ergänzung)  
                              31410 Solid State Spectroscopy (Ergänzung)

---

## Modul: 28440 Astrophysik (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	081900302	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Günter Wunner		
9. Dozenten:	Günter Wunner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche astronomische Beobachtungsergebnisse im Sonnen- und Milchstraßensystem und im Kosmos und verfügen über die theoretisch-physikalischen Kenntnisse zur Interpretation der Ergebnisse.</li> <li>• Sie können astrophysikalische Probleme mathematisch behandeln und lösen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Astronomie und Astrophysik 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Sternentstehung, Endstadien von Sternen</li> <li>• Zustandsgleichungen normaler und entarteter Materie</li> <li>• Theorie der Weißen Zwergsterne und der Neutronensterne</li> <li>• Pulsare und Neutronensterne: Beobachtungen und spektakuläre Physik</li> <li>• Steilkurs Allgemeine Relativitätstheorie und klassische Tests im Sonnensystem</li> <li>• Das Prunkstück der ART: der Doppelpulsar 1913+16, Gravitationswellen</li> </ul> <p><b>Astronomie und Astrophysik 2 (Kosmologie)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosmologie auf der Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie:</li> <li>• Lösung der Gravitationsgleichungen, kosmologische Rotverschiebung</li> <li>• Weltmodelle mit kosmologischer Konstante</li> <li>• Supernovae und Kosmologie</li> <li>• Anisotropie der kosmischen Hintergrundstrahlung</li> <li>• Das frühe Universum (Szenarien für die Evolution des Universums)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spatschek: Astrophysik, Teubner Stuttgart</li> <li>• Baschek, Unsöld, Der neue Kosmos, Springer Heidelberg</li> <li>• Weigert, Wendker, Astronomie und Astrophysik, VCH Weinheim</li> <li>• Berry, Kosmologie und Gravitation, Teubner Stuttgart</li> <li>• Sexl, Weiße Zwerge, schwarze Löcher, Vieweg</li> <li>• Goenner, Einführung in die Kosmologie, Spektrum Akad. Verlag Heidelberg</li> <li>• Rebhan, Theoretische Physik, Band 1, Relativitätstheorie, Spektr. Akad. Verlag Heidelberg</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	284401 Vorlesung Astrophysik MSc		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b>Vorlesung:</b> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS)*28 Wochen = 84 h		

Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 21 h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS)\*28 Wochen = 63 h

Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 60 h

**Prüfung incl. Vorbereitung** = 270 h

- 
17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 28441 Astrophysik (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
  - 28442 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:
- B.Sc. Mathematik
    - Vorgezogene Master-Module
    - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
  - M.Sc. Mathematik
    - Nebenfach
    - Nebenfach Physik
-

## Modul: 28910 Fortgeschrittene Optik (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	081700206	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Peter Michler		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peter Michler</li> <li>• Ralf Vogelgesang</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung  M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	<p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende: Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der linearen Optik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende: Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der Halbleiter-Quantenoptik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p>		
13. Inhalt:	<p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Materie (Reflexion und Brechung, Pulspropagation)</li> <li>• Spiegel und Strahlteiler (Resonatoren, Interferometer)</li> <li>• Geometrische Optik (paraxiale Optik, ABCD Matrizen, Resonantortypen, Abbildungssysteme)</li> <li>• Wellenoptik (Gauß'sche Strahlen, Skalare Beugungstheorie, Fresnel- und Fraunhofer Beugung)</li> <li>• Kohärenz (Korrelationsfunktion, Kohärenzinterferometrie)</li> </ul> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter-Quantenpunkte</li> <li>• Halbleiter-Resonatoren</li> <li>• Korrelationsfunktionen</li> <li>• Quantenzustände des elektromagnetischen Lichts</li> <li>• Photonenstatistik</li> <li>• Quantenoptik mit Photonenanzahlzuständen</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hecht, Optics 3rd ed. Addison Wesley Longman, 1998</li> <li>• D. Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner 2nd ed. 2005</li> <li>• B.E. A Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, 2nd ed. 2007</li> <li>• Bergmann Schäfer Bd. 9, Optics, de Gruyter 1999</li> </ul> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende:</p>		

- P. Michler, NanoScience and Technology, Single Semiconductor Quantum Dots, Springer 2009
- D. Bimberg, M. Grundmann, N. Ledentsov, Quantum Dot Heterostructures, Wiley & Sons
- R. Loudon, The Quantum Theory of Light, Oxford University Press
- M. Fox, Quantum Optics, An Introduction, Oxford Master Series
- Bachor/Ralph, A Guide to Experiments in Quantum Optics, Wiley VHC
- W. P. Schleich, Quantum Optics in Phase Space, Wiley VHC

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 289101 Vorlesung Fortgeschrittene Optik I
- 289102 Übung Fortgeschrittene Optik I
- 289103 Vorlesung Fortgeschrittene Optik II (mit Wahlmöglichkeiten)
- 289104 Übung Fortgeschrittene Optik II (entsprechend der Wahl)

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

- Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen 42 h
- Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde 84 h

**Übungen und Praktikum:**

- Präsenzstunden: 0,75 h (2 SWS) \* 28 Wochen 21 h
- Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung 60 h

**Gesamt: 270 h**

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28911 Fortgeschrittene Optik (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- 28912 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

- B.Sc. Mathematik
- Vorgezogene Master-Module
  - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
- M.Sc. Mathematik
- Nebenfach
  - Nebenfach Physik

## Modul: 28640 Physik der Kerne und Teilchen (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	081700301	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Wolfgang Bolse		
9. Dozenten:	Wolfgang Bolse		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die gegenwärtig akzeptierten Modelle zur Beschreibung des Aufbaus der Materie im subatomaren Bereich, deren Stärken und Grenzen, sowie die grundlegenden Ideen neuer Modellansätze. Sie verstehen die diesen Vorstellungen zugrundeliegenden Experimente und deren grundsätzliche methodischen und technischen Grundlagen.		
13. Inhalt:	<p><b>Physik der Kerne und Teilchen 1 (Kernmodelle)</b>          Grundlegende experimentelle Methoden der Kernphysik          Kerneigenschaften in Grund- und Anregungszuständen          Stabilität und Zerfall von Atomkernen          Tröpfchenmodell, Fermigasmodell, Schalenmodelle, Hybridmodelle          deformierte Kerne          Einteilchenanregungen          Rotations- und Vibrationsanregungen</p> <p><b>Physik der Kerne und Teilchen 2 (Standardmodell)</b>          Standardmodell der Elementarteilchen:          Bausteine der Materie (Quarks, Leptonen) und ihre Eigenschaften,          fundamentale Kräfte (Austauschbosonen) und ihre Eigenschaften,          zusammengesetzte Systeme (Mesonen, Baryonen, Kernkraft)          Grenzen des Standardmodells und grundlegende Ideen weiterführender          Modellansätze (supersymmetrische Stringtheorie)          Experimentelle Methoden der Teilchenphysik:          Beschleuniger, Detektoren, Streu- und Kollisionsexperimente          Neuigkeiten vom LHC</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bienlein, Wiesendanger, Einführung in die Struktur der Materie, Teubner Bethge, Walter, Kernphysik, Springer</li> <li>• Musiol, Ranft, Reif, Seeliger, Kern- und Elementarteilchenphysik, VCH 45 Frauenfelder, Henley, Teilchen und Kerne, Oldenbourg</li> <li>• Povh, Rith, Scholz, Zetsche, Teilchen und Kerne, Springer</li> <li>• Lohrmann, Einführung in die Elementarteilchenphysik, Teubner</li> <li>• Lohrmann, Hochenergiephysik, Teubner</li> <li>• Fernow, Introduction into experimental particle physics, Cam. Univ. Press</li> <li>• Martin, Shaw, Particle Physics, John Wiley &amp; Sons</li> <li>• Leo, Particle Physics Experiments, Springer</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286401 Vorlesung Physik der Kerne und Teilchen Teil 1</li> <li>• 286402 Vorlesung Physik der Kerne und Teilchen Teil 2</li> </ul>		

- 286403 Übung Physik der Kerne und Teilchen Teil 1
- 286404 Übung Physik der Kerne und Teilchen Teil 2

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung** :

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS)\*28 Wochen = 42 h  
Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS)\*28 Wochen = 21 h  
Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung incl. Vorbereitung = 60 h

**Gesamt : 270 h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28641 Physik der Kerne und Teilchen (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- 28642 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Tafel und Videopräsentationen

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

- B.Sc. Mathematik
- Vorgezogene Master-Module
  - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
- M.Sc. Mathematik
- Nebenfach
  - Nebenfach Physik
-

## Modul: 28650 Relativitätstheorie (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	081900202	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jörg Main		
9. Dozenten:	Jörg Main		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Eigenschaften des Raum-Zeitkontinuums und können dieses in Übungen anwenden.		
13. Inhalt:	<p><b>Teil I: Spezielle Relativitätstheorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorrelativistische Physik</li> <li>• Einsteins Relativitätsprinzip</li> <li>• Tensorkalkül</li> <li>• Relativistische Kinematik und Mechanik</li> <li>• Elektrodynamik als relativistische Feldtheorie</li> </ul> <p><b>Teil II: Allgemeine Relativitätstheorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Allg. Relativitätstheorie</li> <li>• Mathematik gekrümmter Räume</li> <li>• Schwarzschild Metrik und Schwarze Löcher</li> <li>• Kosmologie</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• U.E. Schröder, Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• R. Sexl, H. K. Schmidt, Raum-Zeit-Relativität</li> <li>• H Ruder, M. Ruder, Die Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band II</li> <li>• S. Weinberg, Gravitation and Cosmology</li> <li>• M. Berry, Principles of cosmology and gravitation</li> <li>• P. Hyong, Relativistic Astrophysics and Cosmology</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286501 Vorlesung Relativitätstheorie Teil 1</li> <li>• 286502 Vorlesung Relativitätstheorie Teil 2</li> <li>• 286503 Übung Relativitätstheorie Teil 1</li> <li>• 286504 Übung Relativitätstheorie Teil 2</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Vorlesung :</b>          Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS)*28 Wochen = 42 h          Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b>Übungen:</b>          Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS)*28 Wochen = 21 h          Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h          Prüfung incl. Vorbereitung = 60 h</p>		

---

**Gesamt:** 270 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28651 Relativitätstheorie (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- 28652 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Tafel und Videopräsentationen

---

20. Angeboten von:

---

21. Zuordnung zu weiteren Curricula:

- B.Sc. Mathematik
  - Vorgezogene Master-Module
  - Vorgezogene Master-Module aus Mathematik
- M.Sc. Mathematik
  - Nebenfach
  - Nebenfach Physik

---

## Modul: 31410 Solid State Spectroscopy (Ergänzung)

2. Modulkürzel:	081400311	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Markus Lippitz		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung M.Sc. Physik → Wahlpflichtmodul Ergänzung		
11. Empfohlene/Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 31411 Solid State Spectroscopy (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• 31412 Vorleistung (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			
21. Zuordnung zu weiteren Curricula:			