

Modulhandbuch Master Physik Vollfach

Inhalt

Fortgeschrittene Experimentalphysik - Atom & Molekülphysik.....	2
Fortgeschrittene Experimentalphysik - Festkörperphysik.....	4
Fortgeschrittenenpraktikum	5
Fortgeschrittene Theoretische Physik	6
Angewandte Optik (Wahlpflichtfach)	8
Astrophysik (Wahlpflichtfach)	10
Biophysik (Wahlpflichtfach).....	14
Computerunterstützte Materialwissenschaften (Wahlpflichtfach).....	16
Festkörperphysik (Wahlpflichtfach)	19
Umweltphysik (Wahlpflichtfach).....	22
Fachliche Spezialisierung	25
Vorbereitungsprojekt.....	26
Forschungsprojekt und Abschlusskolloquium	27

Fortgeschrittene Experimentalphysik - Atom & Molekülphysik		ExpPhy AM
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. John P. Burrows	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	9 Kreditpunkte, 360 h <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit: (V+Ü) 84 h (6 SWS x 14 Wo) • Vor- und Nachbereitung: 168 h (12 h/Wo x 14 Wo) • Prüfungsvorbereitung: 108 h 	
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übung	
Konzeptionelle Aspekte	Vorlesung und Übung bilden eine Einheit über Atom und Molekülphysik. In den Vorlesungen werden die notwendigen und grundlegenden Aspekte der modernen Atom- und Molekülphysik vermittelt. Die Übungen ermöglichen dass die Studenten Erfahrungen in der spektroskopischen Analyse sammeln und ihr Verständnis der unterschiedlichen Themen prüfen und nachbessern.	
Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> - Atom- und Molekülphysik (vertieft): (4 SWS) - Übungen zur Atom- und Molekülphysik (2 SWS) 	
Dauer	1 Semester	
Inhalt	<p>Atomphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Grundlegende Eigenschaften von Atomen -Kernstruktur des Atoms -Photonen, Elektronen und Materiewellen -Das Bohrsche Model von Atomen -Quantenmechanische Behandlung des H-Atoms -Spin-Bahn-Kopplung und Feinstrukturaufspaltung -Atome im äußeren Magnetfeld: Zeeman-Effekt -Atome in äußeren elektrischen Feld: Stark-Effekt -Mehrelektronenatome; Kopplungsmechanismen -Röntgenspektren: Bremsstrahlung und Linienspektren -Kernspin und Hyperfeinstruktur -Laser und spektroskopische Methoden <p>Molekülphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Molekülphysik - Chemische Bindung - Symmetrien und Symmetrioperationen - Mehrelektronenproblem - Wechselwirkungen von Molekülen und Licht - Methoden der Molekülspektroskopie - Rotationsspektren - Schwingungsspektren - Raman-Spektren - Elektronenspektren - Anwendung der Molekülphysik 	
Lernziele/ Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> - Strukturiertes Wissen der Atom- und Molekülphysik - Kenntnis der Entwicklung der Spektroskopie 	
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	Die Modulprüfung ist eine Kombinationsprüfung, die sich aus Studienleistungen der Veranstaltungen des Moduls und einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung über den veranstaltungsübergreifenden Inhalt des Moduls zusammensetzt. Die Studienleistung ist unbenotet. Jede Prüfungsleistung in der Kombinationsprüfung muss bestanden sein. Art und Umfang der Prüfungs- bzw. Studienleistungen wird bei Modulbeginn bekannt gegeben. Mögliche Formen der Prüfungs- bzw. Studienleistungen sind Klausur, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumsbericht, mündliche Prüfung, Referat, oder eine Sammlung von mehreren bearbeiteten und testierten Aufgaben, die zusammen bewertet werden.
Zeitpunkt der Modulprüfung	Prüfung in der vorlesungsfreien Zeit nach der letzten Lehrveranstaltung des Moduls
Literatur zum Modul	<p>Vorlesungsskript</p> <p>Relevante Bücher:</p> <ul style="list-style-type: none"> • H. Haken - H.C. Wolf: 1) <i>Atomphysik</i> und 2) <i>Molekülphysik und Quantenchemie</i>, Springer Verlag, Heidelberg • P. W. Atkins: <i>Physikalische Chemie</i>, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim • C. N. Banwell and E.M. McCash: <i>Fundamentals of Molecular Spectroscopy</i>, McGraw-Hill Book Company, London • G.M. Barrow: <i>Physikalische Chemie</i>, Vieweg Verlag, Braunschweig • P. R. Bunker: <i>Molecular Symmetry and Spectroscopy</i>, Academic Press, New York, San Francisco, London • F. Engelke: <i>Aufbau der Moleküle</i>, Teubner Studienbücher Physik/ Chemie, B.G. Teubner, Stuttgart • H.-D. Försterling und H. Kuhn: <i>Moleküle und Molekülanhäufungen</i>, Springer Verlag, Heidelberg • K. H. Hellwege: <i>Einführung in die Physik der Moleküle</i>, Heidelberger Taschenbücher, Springer Verlag, Heidelberg • G. Herzberg: <i>Molecular Spectra and Molecular Structure</i>, Van Nostrand, New York • J. M. Hollas: <i>Die Symmetrie von Molekülen</i>, de Gruyter Lehrbuch, Walter de Gruyter, Berlin, New York • G. W. King: <i>Spectroscopy and Molecular Structure</i>, Holt, Rinehardt and Winston, New York • A. Lösche: <i>Molekülphysik</i>, Akademie-Verlag, Berlin • J. I. Steinfeld: <i>Molecules and Radiation</i>, The MIT Press Cambridge, Massachusetts • M. Weissbluth: <i>Atoms and Molecules</i>, Academic Press, New York, San Francisco, London .

Fortgeschrittene Experimentalphysik - Festkörperphysik		ExpPhy FKP
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Jürgen Gutowski	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	9 Kreditpunkte, 360 h <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit: (V+Ü) 84 h (6 SWS x 14 Wo) • Vor- und Nachbereitung, Übungsaufgaben: 168 h (12 h/Wo x 14 Wo) • Prüfungsvorbereitung: 108 h 	
Lehr- und Lernformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung, Übung 	
Konzeptionelle Aspekte		
Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> • Physik der kondensierten Materie: (4 SWS) • Übungen zur Physik der kondensierten Materie (2 SWS) 	
Dauer	1 Semester	
Inhalt	Festkörperphysik: <ul style="list-style-type: none"> • Bindung und Struktur von Festkörpern • Kristallstruktur und Symmetrie • Reziprokes Gitter, Beugung am Kristallgitter • Fehlordnung in Kristallen • Gitterschwingungen • Thermische Eigenschaften von Festkörpern • Elektronen im Festkörper: Bänder, effektive Masse • Defektelektronen (Löcher) • Transportphänomene und elektrische Leitfähigkeit • Supraleitung • dielektrische Eigenschaften von Festkörpern: dielektrische Funktion und optische Konstanten, Dispersion, Polaritonen, optisch angeregte Übergänge 	
Lernziele/ Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturiertes Wissen der Physik der kondensierten Materie • Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente • Kenntnis der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen • Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger Problemstellungen 	
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	Die Modulprüfung ist eine Kombinationsprüfung, die sich aus Studienleistungen der Veranstaltungen des Moduls und einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung über den veranstaltungsübergreifenden Inhalt des Moduls zusammensetzt. Die Studienleistung ist unbenotet. Jede Prüfungsleistung in der Kombinationsprüfung muss bestanden sein. Art und Umfang der Prüfungs- bzw. Studienleistungen wird bei Modulbeginn bekannt gegeben. Mögliche Formen der Prüfungs- bzw. Studienleistungen sind Klausur, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumsbericht, mündliche Prüfung, Referat, oder eine Sammlung von mehreren bearbeiteten und testierten Aufgaben, die zusammen bewertet werden.	
Zeitpunkt der Modulprüfung	Prüfung in der vorlesungsfreien Zeit nach der letzten Lehrveranstaltung des Moduls	
Literatur zum Modul	K.H. Hellwege: Einführung in die Festkörperphysik Ibach/Lüth: Festkörperphysik Christman: Festkörperphysik	

Fortgeschrittenenpraktikum		FP
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	PD Dr. Kathrin Sebald	
Modulart	Pflicht	
Stundenbelastung	6 Kreditpunkte, 180 h <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit: 48 Std (6 Experimente) • Vor- und Nachbereitung: 48 h • Protokolle: 60 Std • Prüfungsvorbereitung/Prüfung: 24 Std 	
Lehr- und Lernformen	Praktikumsversuche insbesondere in den Arbeitsgruppen	
Konzeptionelle Aspekte		
Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> • Fortgeschrittenenpraktikum (4 SWS) 	
Dauer	1. & 2. Semester	
Inhalt	Fortgeschrittenenpraktikum: <ul style="list-style-type: none"> • Mößbauer Spektroskopie • Kraftspektroskopie • Satellitenbildauswertung • Interbandübergänge in Halbleiter • Transmissions-Elektronen-Mikroskopie (4 Versuche) 	
Lernziele/ Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der modernen Messmethoden • Einblicke in moderne physikalische Forschung und deren Methoden • Vorbereitung auf eine experimentelle Master-Arbeit 	
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	Praktikumsprotokolle, mündliche Prüfung	
Zeitpunkt der Modulprüfung		
Literatur zum Modul	Anleitungen zu den Praktikumsversuchen sind unter www.praktikum.physik.uni-bremen.de erhältlich.	

Fortgeschrittene Theoretische Physik		Theo Phys
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Gerd Czycholl Prof. Dr. Stefan Bornhold Prof. Dr. Klaus Pawelzik Prof. Dr. Frank Jahnke	
Modulart	Pflicht	
Stundenbelastung	15 Kreditpunkte, 450 h Präsenzzeit: 140 h ((2 * 4 SWS V + 2 SWS Ü) * 14 Wo.) Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen 84 h (2 * 3 h/Wo. * 14 Wo.) Bearbeitung der Übungsaufgaben: 112 h (8 h/Wo * 14 Wo.) Prüfungsvorbereitung: 114 h	
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übungen, Computer-Praktikum	
Konzeptionelle Aspekte		
Lehrveranstaltungen	Es sind 2 Veranstaltungen mit insgesamt 15 CP-Punkten aus folgendem Kanon auszuwählen, darunter mindestens eine mit Übungen bzw. Computer-Praktikum: Quantenmechanik und Statistische Physik für Fortgeschrittene (V4 + Ü2 SWS, 9 CP, regelmäßig im WS) Theoretische Festkörperphysik I (V 4 + Ü 2 SWS, 9 CP, regelmäßig im WS) Theoretische Festkörperphysik II (V 4 SWS, 6 CP, regelmäßig im SS) Theoretische Neurophysik (V 2 + Ü 2 SWS, 6 CP, im WS) Theoretische Biophysik (V 2 SWS, 3 CP, im SS) Computational Physics (V + Ü + P 6 SWS, 9 CP, im WS)	
Dauer	2 Semester: im 1. & 2. Sem.	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Quantenmechanik und Statistische Physik für Fortgeschrittene: Voraussetzungen Theoretische Physik II b (Quantenmechanik und Mathematik zur Quantenmechanik) und Theoretische Physik III (Statistische Physik) aus dem Bachelorstudiengang „Vollfach Physik“; es sollen auf den Grundlagen aufbauende Kapitel der Quantenmechanik und Statistischen Physik behandelt werden, die in den Bachelor-Kursen aus Zeitgründen nicht mehr vorkommen, z.B. : Addition von Drehimpulsen, Quantentheorie von Viel-Teilchensystemen (identische Teilchen, 2. Quantisierung), Atome mit mehreren Elektronen, Moleküle, Streutheorie aus der Quantenmechanik und • Reale Gase, Magnetismus, Phasenübergänge, Stochastische Bewegungsgleichungen (Brownsche Bewegung, Fokker-Planck-Gleichungen) aus der Statistischen Physik. • Theoretische Festkörperphysik I, II: Adiabatische Näherung, Elektronen im periodischen Potential, Bloch-Theorem, elektronische Bandstruktur, Elektron-Elektron-Wechselwirkung, Hartree-Fock-Näherung, Dichtefunktionaltheorie, Ab-Initio-Methoden, Transporttheorie, Gitterschwingungen, Elektron-Phonon-Wechselwirkung, optische Eigenschaften, magnetische Eigenschaften, Supraleitung, Vielteilchen-Methoden Theoretische Bio- und Neurophysik: Modellierung von Makromolekülen, speziell Biopolymeren, genetische Informationsspeicherung, nicht-lineare Dynamik, Musterbildung, molekulare, zelluläre, neuronale Netzwerke, Dynamik der Evolution, Ökosysteme Computational Physics: wissenschaftliches Programmieren, numerische Lösungsmethoden für gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen und Eigenwertprobleme, numerische Lösung von Problemen der Mechanik und Quantenmechanik, Monte-Carlo-Methoden, numerische Simulation 	
Lernziele/ Qualifikationsziele	Das Modul soll die Grundlagen der theoretischen Physik vertiefen und in moderne und aktuelle Teilgebiete der theoretischen Physik einführen, wobei die wichtigsten (insbesondere auch numerischen) Techniken und Methoden zur Behandlung und Lösung von Problemen der theoretischen Physik erlernt werden sollen.	
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten (Wintersemester & Sommersemester).	

Voraussetzungen für die Teilnahme	keine (über Eingangsvoraussetzungen zum Masterstudiengang hinausgehende, d.h. Grundmodule zur Theoretischen Physik aus Bachelor-Studiengang werden vorausgesetzt)
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	Die Modulprüfung ist eine Kombinationsprüfung, die sich aus Studienleistungen der Veranstaltungen des Moduls und einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung über den veranstaltungsübergreifenden Inhalt des Moduls zusammensetzt. Die Studienleistung ist unbenotet. Jede Prüfungsleistung in der Kombinationsprüfung muss bestanden sein. Art und Umfang der Prüfungs- bzw. Studienleistungen wird bei Modulbeginn bekannt gegeben. Mögliche Formen der Prüfungs- bzw. Studienleistungen sind Klausur, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumsbericht, mündliche Prüfung, Referat, oder eine Sammlung von mehreren bearbeiteten und testierten Aufgaben, die zusammen bewertet werden.
Zeitpunkt der Modulprüfung	
Literatur zum Modul	Literatur wird bei den jeweiligen Veranstaltungen bekannt gegeben.

Angewandte Optik (Wahlpflichtfach)		WP AO
Studiengang / Profile	M. Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Ralf Bergmann (Wahlpflichtfachberater)	
Lehrende im Modul	Hochschullehrer(innen) des BIAS (Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik)	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	<p>15 Kreditpunkte, 450 h</p> <p>Vorlesungen Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 70 h (5 h/Wo. x 14 Wo.) 24 h (2 SWS x 12 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 60 h (5 h/Wo. x 12 Wo.)</p> <p>Seminare Präsenzzeit: 28 h (2 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 56 h (4 h/Wo. x 14 Wo.) 24 h (2 SWS x 12 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 48 h (4 h/Wo. x 12 Wo.)</p> <p>Prüfungsvorbereitung: 84 h</p>	
Lehr- und Lernformen Konzeptionelle Aspekte	<p>Vorlesungen und Seminare</p> <p>Die Studierenden lernen im Wahlpflichtfach „Angewandte Optik“ maßgebliche Konzepte der Optik und ihre unterschiedlichen Anwendungsbereiche kennen. Sie erhalten damit die Grundlagen für die eigene Arbeit in der Forschung und Entwicklung im Bereich der modernen Optik, Optoelektronik und Photonik.</p> <p>Obligatorisch ist die Vorlesung „Optische Technologien – Grundlagen und Anwendungen“ mit 4 SWS incl. einem Seminar mit 2 SWS. Hierbei sollen die Studierenden die theoretischen Grundlagen, die vielfältigen optischen Phänomene, mathematischen Werkzeuge sowie wesentliche Rechenverfahren und Anwendungen kennen lernen. Dieser Teil sollte im 1. Master-Semester durchgeführt werden.</p> <p>Das 2. Master-Semester entwickelt, aufbauend auf der Vorlesung im 1. Master-Semester in der Vorlesung „Grundlagen des Lasers und Einführung in die optische Messtechnik“ mit 2 SWS die Grundlagen der Physik und Anwendung des Lasers und der optischen Messtechnik. Die Vorlesung wird ergänzt durch ein Seminar mit 2 SWS, in dem die angesprochenen Bereiche anhand aktueller Themen vertieft werden. Diese Lehrveranstaltungen liefern vertieftes Wissen der Angewandten Optik und können die Grundlage für die Wahl eines Themas für die Master-Arbeit liefern.</p>	
Lehrveranstaltungen	<p>2 Vorlesungen, 2 Seminare</p> <p>Im 1. Semester sind folgende Veranstaltungen im Umfang von 6 SWS verpflichtend: Optische Technologien – Grundlagen und Anwendungen (V, 4 SWS) Optische Technologien (S, 2 SWS)</p> <p>Im 2. Semester sind folgende Veranstaltungen im Umfang von 4 SWS verpflichtend: Grundlagen des Lasers und Einführung in die optische Messtechnik (V, 2 SWS) Seminar Angewandte Optik (S, 2SWS)</p>	
Dauer / Lage	2 Semester: im 1. & 2. Semester	

Inhalt	<p>Optische Technologien – Grundlagen und Anwendungen</p> <p>Geometrische Optik, Wellenoptik und Elemente der Quantenoptik Fourier-Theorie, skalare Beugungstheorie und deren Anwendung Beugungsbegrenzte Auflösung und deren Überwindung Methoden der Phasensichtbarmachung Methoden der kohärenten Optik (z.B. Holographie, Scherographie) Mikro- und Nanooptik (z.B. diffraktive Optik, photonische Kristalle, Metamaterialien, Elemente der nichtlinearen Optik) Optische- und opto-elektronische Komponenten, Instrumente und Systeme Aktuelle Themen optischer Technologien</p> <p>Grundlagen des Lasers und Einführung in die optische Messtechnik</p> <p>Laser: Funktion des Lasers (Inversion, Einsteinkoeffizienten, 3- und 4-Niveau-Laser) Elemente des Lasers (Resonatoren, Strahlmoden, Singlemode Betrieb) Lasersysteme (v.a. Gas-, Festkörper-, Faser- und Halbleiterlaser) Kurzpuls laser und deren Anwendung Aktuelle Themen</p> <p>Optische Messtechnik: Geometrische Messtechnik (auf Strahlenoptik basierende Verfahren) Kohärente Messtechnik (auf interferometrischen Methoden basierende Verfahren) Aktuelle Themen</p>
Lernziele / Qualifikationsziele	<p>sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten physikalischen Themenbereichen Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente/Modellbildungen Kenntnis der Mess- und Rechenmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen Kenntnis komplexer Versuchsaufbauten und rechnerbasierter Ansätze Einblicke in moderne physikalische Forschung und deren Methoden Vorbereitung auf eine Master-Arbeit</p>
Häufigkeit des Angebotes	<p>Das Modul wird jährlich angeboten (Wintersemester & Sommersemester).</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Keine</p>
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	<p>Abschließende mündliche oder schriftliche Prüfung</p>
Zeitpunkt der Modulprüfung	
Literatur zum Modul	<p>„Introduction to Fourier Optics“, J. W. Goodman, 3rd Ed. (Roberts and Co. 2016) „Digital Holography and Wavefront Sensing“ U. Schnaars, C. Falldorf, J. Watson, W. Jüptner (Springer, 2015) „Optik“ E. Hecht, 6. Auflage (De Gruyter, 2014) „Principles of Lasers“ O. Svelto, 5th Ed. (Springer, 2010) „Essential Quantum Optics“ U. Leonhardt (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2010) „Handbook of Optical Metrology“ T. Yoshizawa (Ed.) (CRC Press, 2009) „Grundlagen der Photonik“ B. E. A. Saleh, M. C. Teich, 2. Auflage (Wiley, 2008) „Laser“ F. K. Kneubühl, M. W. Sigrist, 7. Auflage (Vieweg + Teubner, 2008) „Handbook of Holographic Interferometry“ Th. Kreis (Wiley, Weinheim, 2005)</p>

Astrophysik (Wahlpflichtfach)		WP AP
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Claus Lämmerzahl (Wahlpflichtfachberater)	
Lehrende im Modul	Hochschullehrer(innen) der Physik und des ZARM (Zentrum für Angewandte Raumfahrt)	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	<p>15 Kreditpunkte, 450 h</p> <p>Vorlesung Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 96 h (7 h/Wo. x 14 Wo.)</p> <p>Praktikum: Präsenzzeit 28 h (2 h/Wo. x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 84 h (6 h/Wo. x 14 Wo.)</p> <p>Vorlesung und/oder Seminar Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 84 h (6 h/Wo. x 14 Wo.)</p> <p>Prüfungsvorbereitung: 78 h</p>	
Lehr- und Lernformen Konzeptionelle Aspekte	<p>Vorlesung, Seminar und Praktikum</p> <p>Die Studierenden können im Wahlpflichtfach Gravitationsphysik/ Astrophysik den Schwerpunkt auf die theoretische Beschreibung gravitativer Effekte legen oder in die Richtung Astrophysik gehen. Obligatorisch ist eine der vier Vorlesungen incl. Übungen im 1 Semester. Hierbei sollen die Grundlagen der Astrophysik bzw. der Gravitationsphysik gelegt werden. Dieser Teil sollte im 1. Master-Semester durchgeführt werden. I.d.R. werden zwei der vier Vorlesungen angeboten.</p> <p>Im 2. Master-Semester wählen die Studierenden aus dem unten stehenden Angebot Lehrveranstaltungen mit einer Gesamtstundenzahl von mindestens 4 SWS aus, wobei maximal ein Seminar ausgewählt werden darf (innerhalb der beiden Wahlfächer im Masters-Studium muss mindestens ein Seminar ausgewählt werden). Diese Lehrveranstaltungen liefern vertieftes Wissen in der Astro- und Gravitationsphysik und können Grundlage für die Anwahl eines Themas für die Master-Arbeit sein. Alternativ zum Seminar kann ein Praktikum in Form der Lösung einer Teilaufgabe in einem konkreten Projekt ausgewählt werden.</p> <p>Für die Auswahl von Veranstaltungen wird eine Beratung durch den Modulverantwortlichen empfohlen.</p>	
Lehrveranstaltungen	<p>2-3 Vorlesungen , 0-1 Seminar, 0-1 Praktikum</p> <p>Im 1. Semester ist eine der folgende Veranstaltungen verpflichtend: Spezielle Relativitätstheorie (V 4 SWS + Ü 2 SWS)(Prof. Lämmerzahl, Dr. habil. Perlick) Allgemeine Relativitätstheorie (V 4 SWS + Ü 2 SWS) (Prof. Lämmerzahl, Dr. habil. Perlick) Stellare Astrophysik (V 4 SWS + Ü 2 SWS)(Dr. Gamgami) Planetenphysik (V 4 SWS + Ü 2 SWS)(Dr. Gamgami, Dr. Scharringhausen)</p> <p>Im 2. Semester müssen Veranstaltungen im Umfang von 4 SWS aus dem folgenden Angebot ausgewählt werden: Gravitationslinsen (V 3 SWS + Ü 1 SWS) (Dr. habil. Perlick) Bewegungsgleichungen in der Allgemeinen Relativitätstheorie – relativistische Himmelmechanik (V 3 SWS + Ü 1 SWS)(Dr. Hackmann) Kosmologie (V 3 SWS + Ü 1 SWS)(Dr. habil. Perlick) Schwarze Löcher (V 3 SWS + Ü 1 SWS)(Prof. Lämmerzahl, Dr. habil. Perlick, Dr. Hackmann, Dr. List) Experimente und Technologien für Tests der Relativitätstheorie (V 2 SWS)(Dr. Herrmann) Himmelsmechanik (V 3 SWS + Ü 1 SWS)(Dr. Gamgami) Chaos in der Himmelmechanik (V 3 SWS + Ü 1 SWS)(Prof. Richter) Extragalaktische Astronomie (V 3 SWS + 1 SWS)(Dr. Gamgami) Neutronensterne (V 3 SWS + 1 SWS)(Prof. Geppert)</p> <p>Wahlpflichtseminar Experimente zur Speziellen Relativitätstheorie (S 2 SWS)(Prof. Lämmerzahl, Dr. Herrmann) Wahlpflichtseminar Experimente zur Allgemeinen Relativitätstheorie (S 2 SWS) (Prof. Lämmerzahl, Dr. Herrmann) Projekte aus dem Bereich Relativitätstheorie (P 2 SWS)(Prof. Lämmerzahl, Dr. Hackmann, Dr. List) sowie ggf. weitere Vorlesungen aus den Arbeitsbereichen des ZARM mit Dozenten aus dem ZARM bzw. aus dem Angebot des Graduiertenkollegs „Models of Gravity“</p>	

Dauer / Lage	2 Semester: im 1. & 2. Sem.
Inhalt	<p>Spezielle Relativitätstheorie Vorrelativistische Physik, erste Experimente, Herleitung der Lorentz-Transformationen, Speziell-Relativistische Effekte, Minkowski-Raum, Maxwell-Theorie, relativistische Quantenmechanik, Synchronisation, Testtheorien</p> <p>Allgemeine Relativitätstheorie Differentialgeometrie, Begründung der Riemannschen Raum-Zeit-Struktur, Geodätengleichungen, Elektromagnetismus im Gravitationsfeld, Einsteinsche Feldgleichungen, Schwarzschild-Lösung, Kerr-Lösung, Bahnen in Schwarzschild- und Kerr-Geometrie, Schwarze Löcher, Thermodynamik Schwarzer Löcher, Sonnensystemeffekte, PPN Formalismus, Bewegung von Teilchen mit Spin</p> <p>Stellare Astrophysik Hubble Diagramm; Sternstruktur, nukleare Energieproduktion, Energietransport (Konvektion und Strahlung), Eigengravitation, Entartungsdruck, Strahlungsdruck; Homologie-Beziehungen; Sternentwicklung, rote Riesen, Überriesen, Helium-Flash, Schalenbrennen; Veränderliche Sterne, Cepheiden, Luminous Blue Variables (LBV); Braune Zwerge; Kompakte Objekte, Weiße Zwerge, Neutronensterne und Schwarze Löcher; Doppelsternsysteme; interstellare Materie; Sternentstehung</p> <p>Planetenphysik Aufbau des Sonnensystems, Aufbau und Charakteristika der einzelnen Planeten und Monde, Kometen, Meteoriten und Asteroiden, Kuiper Gürtel und Oortsche Wolke, Astrobiologie, Satelliten gestützte Erkenntnisse und anthropogene Verseuchung (planetaryprotection), Entstehung des Sonnensystems, Extrasolare Planeten und ihre Detektionsmethoden</p>

<p>Inhalt</p>	<p>Gravitationslinsen 1. Einführung: Historische Anmerkungen, Stand der Beobachtungen; 2. Theoretische Grundlagen: Geodätengleichung, Geometrie von Lichtbündeln, Fermatsches Prinzip, Kaustiken, quasi-Newtonsche Näherung, Beispiele (Schwarzschild-Lensing u.a.); 3. Astrophysikalische Anwendungen: Microlensing, Weak Lensing (Dunkle Materie, Dunkle Energie, Cosmic Shear)</p> <p>Bewegungsgleichungen in der Allgem. Relativitätstheorie – relativistische Himmelmmechanik Kepler-Problem, Schwarzschild-Raumzeiten (Schwarzschild, Kerr, Reissner-Nordström, Kerr-Newman, Taub-NUT), Geodätengleichung, Killing Vektoren, Elliptische Funktionen (Weierstraß p-, sigma- und zeta-Funktion), Observable</p> <p>Kosmologie Historische Einführung Einsteinsche Feldgleichung, Friedmann-Robertson-Walker-Modelle, Dunkle Materie und Dunkle Energie, Inflation, Kosmische Hintergrundstrahlung, Störungsrechnung, Anisotrope Weltmodelle</p> <p>Schwarze Löcher Differentialgeometrie, Einstein-Gleichung, Geodätengleichung, Symmetrien, Killing-Vektoren, Lösungen der Einstein-Gleichungen (Schwarzschild, Kerr, Schwarzschild-de Sitter, Kerr-de Sitter, Reissner-Nordström, Taub-NUT), auch in höheren Dimensionen (Tangherlini, Myers-Perry, Schwarze Ringe, Schwarze Strings), Schwarze Löcher mit „Haaren“, Effekte an Schwarzen Löchern, Horizonte, Singularitäten, Gravitationskollaps, Thermodynamik Schwarzer Löcher</p> <p>Experimente und Technologien für Tests der Relativitätstheorie optischen Technologien, optische Uhren, Resonatoren, Frequenzkamm, Gravitationswelleninterferometer, Laserspektroskopie.</p> <p>Himmelsmechanik Newtonsche Gravitation; Keplergesetze, analytische Lösungen, 2 und 3 Körperproblem; Librationspunkte; Mehrkörperproblem; nicht sphärische Körper, Multipolentwicklung, Präzession; integrable Systeme; Störungstheorie; Resonanzen; Sternhaufen, Galaxienhaufen, relativistische Himmelsmechanik</p> <p>Chaos in der Himmelsmechanik Stichworte werden nachgereicht</p> <p>Extragalaktische Astronomie Aufbau der Milchstraße, Kugelsternhaufen; Hubble Sequenz; Klassifikation der Galaxien; Elliptische Galaxien, Spiralgalaxien, Balkengalaxien; Skalierungsrelationen; Sternpopulationen; Quasare und Aktive galaktische Kerne; Galaxienhaufen; Virialsatz; Entfernungsindikatoren; intergalaktische Materie; Galaxienentstehung; Jeans Kriterium; expandierendes Universum; Newtonsche Kosmologie; Entwicklung des Universums; Strukturbildung im Universum; kosmische Hintergrundstrahlung</p>
	<p>Neutronensterne Grundlagen der Physik kompakter Sterne, Grundlagen der Beobachtung von Neutronensternen, Lebenswege von Neutronensternen, Emissionsmechanismus der Radiopulsare, Neutronensterne in binären akkretierenden Systemen, Entwicklung zu den am schnellsten rotierenden Sternen des Universums, Magnetare, die Entstehung und Entwicklung der stärksten Magnetfelder des Universums, Neutronensterne als Quellen von Gravitationsstrahlung</p>
<p>Lernziele / Qualifikationsziele</p>	<p>Sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten physikalischen Themenbereichen Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente/Modellbildungen Kenntnis der mathematischen Methoden Einblicke in moderne Forschung auf dem Gebiet der Gravitations- und Astrophysik Vorbereitung auf eine theoretische Master-Arbeit</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes</p>	<p>Das Modul wird jährlich angeboten (Wintersemester& Sommersemester).</p>
<p>Voraussetzungen für die Teilnahme</p>	<p>Keine</p>

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	Die Modulprüfung ist eine Kombinationsprüfung, die sich aus Studienleistungen der Veranstaltungen des Moduls und einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung über den veranstaltungsübergreifenden Inhalt des Moduls zusammensetzt. Die Studienleistung ist unbenotet. Jede Prüfungsleistung in der Kombinationsprüfung muss bestanden sein. Art und Umfang der Prüfungs- bzw. Studienleistungen wird bei Modulbeginn bekannt gegeben. Mögliche Formen der Prüfungs- bzw. Studienleistungen sind Klausur, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumsbericht, mündliche Prüfung, Referat, oder eine Sammlung von mehreren bearbeiteten und testierten Aufgaben, die zusammen bewertet werden.
Zeitpunkt der Modulprüfung	
Literatur zum Modul	<p>U.E. Schröder: Gravitation, Harri Deutsch 2011 T. Padmanabhan: Gravitation, Cambridge University Press 2010 T. Fließbach: Allgemeine Relativitätstheorie, Spektrum 2003 H. Stephani: Allgemeine Relativitätstheorie, Wiley-VCH 1991 C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler: Gravitation, Freeman 1973 R.U. Sexl und H.K. Urbantke: Gravitation und Kosmologie, Spektrum Akadem. Verlag 2002 N. Straumann: General Relativity: With Applications to Astrophysics, Springer 2004 I.R. Kenyon: General Relativity, Oxford University Press 1990 B. O'Neill: The Geometry of Kerr Black Holes, Wellesley 1995 W. Rindler: Relativity, Oxford University Press 2001 J.B. Hartle: Gravity, Addison Wesley 2003 R. d'Inverno: Introducing Einstein's Relativity, Oxford University Press, 2005</p>

Biophysik (Wahlpflichtfach)		WP BP
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Manfred Radmacher Prof. Dr. Hans-Günther Döbereiner Prof. Dr. Monika Fritz	
Lehrende im Modul	Hochschullehrer(innen) der Biophysik	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	15 Kreditpunkte, 450 h Vorlesung Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 98 h (7 h/Wo. x 14 Wo.) Praktikum: Präsenzzeit 28 h (2 h/Wo. x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 84 h (6 h/Wo. x 14 Wo.) Vorlesung und/oder Seminar Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 84 h (6 h/Wo. x 14 Wo.) Prüfungsvorbereitung: 44 h	
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Seminar und Praktika	
Konzeptionelle Aspekte		
Lehrveranstaltungen	<p>Im ersten Semester sind folgende Veranstaltungen verpflichtend: <i>Einführung in die Biophysik</i> (V, 4 SWS) <i>Einführung in die Biologie für Physiker</i> (V, 2 SWS)*</p> <p>Im zweiten Semester müssen Veranstaltungen im Umfang von 6CP (4SWS) belegt werden. Verpflichtend ist: <i>Biophysikalisches Praktikum</i> (P 2 SWS)</p> <p>Darüber hinaus kann aus folgenden Veranstaltungen ausgewählt werden: <i>Seminar zur Biophysik</i> (S 2 SWS)</p> <p>oder einer Spezialvorlesung, beispielsweise: <i>Theoretische Biophysik</i> (V, 2 SWS) <i>Einzelmolekültechniken</i> (V, 2 SWS) <i>Medizinische Bildgebung</i> (V, 2 SWS)</p>	
Dauer / Lage	2 Semester: im 1. & 2. Sem.	
Inhalt	<p>Einführung in die Biophysik Chemisches Gleichgewicht und Kinetik, Aufbau von Proteinen, Kolloidale Wechselwirkungen, Enzymatik, Membranen und Membranpotential, Photophysik und Photosynthese, statische und dynamische Lichtstreuung, Biophysik des Sehens und Hörens, Immunsystem, molekulare Motoren, Zellbewegung, Musterbildung, Netzwerke, Evolution</p> <p>Einführung in die Biologie für Physiker Moleküle des Lebens: Lipide, Polysaccharide, Aminosäuren, Proteine, Nucleinsäuren, DNA; Funktion der Proteine, Enzyme, Zytoskelett, Proteinsynthese, Aufbau von Zellen, Organellen, Sinnesphysiologie, Immunsystem</p> <p>Praktikum Vier Versuche, beispielsweise: Kraftmikroskopie, Lichtmikroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, NMR-Tomographie,</p> <p>Seminar zur Biophysik ausgewählte Themen der modernen Biophysik</p> <p>Polymerphysik Polymere, Gele, Rheologie</p> <p>Einzelmolekültechniken Fluoreszenz, Optische und magnetische Pinzetten, Kraftmikroskopie</p> <p>Mikroskopische Techniken Lichtmikroskopie (Phasentechniken, Fluoreszenz, confokale Mikroskopie), Röntgen- und Elektronenmikroskopie, Rastersondenmikroskopie</p> <p>Theoretische Biophysik Modellierung von Makromolekülen, Nicht-lineare Dynamik, Musterbildung, Netzwerke</p>	

Lernziele / Qualifikationsziele	Das Modul führt in die biologischen und physikalischen Grundlagen der Biophysik ein. Außerdem werden die wichtigsten Techniken zum Studium biophysikalischer Fragen vorgestellt und im Rahmen eines Praktikums geübt. Im zweiten Semester des Moduls wird durch spezielle Veranstaltungen an die aktuelle Forschung heran geführt.
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten (Wintersemester & Sommersemester).
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	erfolgreiche Teilnahme am Praktikum mündliche Modulprüfung
Zeitpunkt der Modulprüfung	
Literatur zum Modul	Sackmann & Merkel "Lehrbuch der Biophysik", Nelson "Biological Physics", Cotterill "Biophysics" Philips, Kondev & Theriot "Physical Biology of the Cell", Alberts et al. "Molecular Biology of the Cell" Weitere Literatur wird bei den jeweiligen Veranstaltungen bekannt gegeben.

Computerunterstützte Materialwissenschaften (CMS) (Wahlpflichtfach)		WP CMS
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Thomas Frauenheim Prof. Dr.-Ing. Vasily Ploshikhin Prof. Dr.-Ing. Lucio Colombi Ciacchi	
Lehrende im Modul	Hochschullehrer(innen) des BCCMS und der Theoretischen Physik	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	15 Kreditpunkte, 450 h	
Lehr- und Lernformen Konzeptionelle Aspekte	Vorlesung, Übungen, Computerpraktikum	
Lehrveranstaltungen	<p>Im ersten Semester muss einer der folgenden Veranstaltungen gewählt werden: Atomistische Modellierung (V4 + Ü2 SWS, 9 ECTS) Makroskopische Modellierung (V4 + Ü2 SWS, 9 ECTS)</p> <p>Im 2. Semester müssen Veranstaltungen im Umfang von 4 SWS (6 ECTS) aus folgendem Angebot ausgewählt werden (Umfang des Angebotes richtet sich nach Anzahl der Teilnehmer): Biophysikalische Modellierung (V3 + Ü1 SWS, 6 ECTS) Theoretical and computational quantum transport at nanoscale (V2 + Ü/P2 SWS, 6 ECTS, englischsprachig) Gruppentheorie (V2 SWS, 3 ECTS) Physik und Chemie der Oberflächen (V3 + Ü1 SWS, 6 ECTS) Modellierung von Polymeren (V3 + Ü1 SWS, 6 ECTS) Angewandte Material- und Prozesssimulation (V2 + Ü2 SWS, 6 ECTS)</p>	
Dauer / Lage	2 Semester: im 1. & 2. Semester	
Inhalt	<p>Atomistische Modellierung</p> <p>Klassische Modellierung chemischer Bindungen, Empirische Potentialansätze, Geometrieoptimierung, Monte-Carlo und Molekulardynamik mit klassischen Potentialansätzen, Hartree-Fock Näherung und Elektronenkorrelationen, Methoden der semiempirischen Quantenchemie, Dichtefunktionalmethoden und ihre Realisierungen, Quantenkräfte und ab-initio Molekulardynamik, Tight-binding Theorie auf Basis der Dichtefunktionaltheorie, Einführung in verschiedene Quantenmolekulardynamik Simulationspakete, Elektronische Struktur und Stabilität von Materialien und deren Oberflächen, Schwingungen von Molekülen, Clustern und periodischen Festkörpern</p> <p>Makroskopische Modellierung</p> <p>Grundlagen der numerische Simulation in der modernen Industrie, analytische Makromodellierung (Wärmeübertragung, Stoffdiffusion, Mechanik, Thermomechanik; ein- und mehrphasige Werkstoffsysteme, Phasenübergänge; Wärmequellen; Besonderheiten der Randbedingungen; bewegliche Phasengrenzen; Besonderheiten der Kopplung zwischen Makro- und Mikromodellen), Herleitung analytischer Modelle und Lösungen, Grundlagen der Methode der Finiten Elemente (FEM): Schwache Formulierung; Approximierungsfunktionen; Diskretisierung, Elementtypen, Formulierung des Systems der linearen algebraischen Gleichungen, Methode von Galerkin, Übungen zum selbstständigen Einprogrammieren diverser Problemstellungen und zum Erlernen und Anwenden eines kommerziellen Mehrzweck-Softwaretools für FEM-Berechnungen</p>	

<p>Inhalt</p>	<p>Biophysikalische Modellierung Grundlagen der Biochemie und Zellbiologie, Struktur von biologischen Makromolekülen Atomistische Kraftfelder, Modelle für Lösungsmittel, Molekulardynamische Simulationen, Sampling von Energielandschaften, QM/MM-Methoden, Praktische Übungen mit einem MD-Programmpaket und einem Visualisierungsprogramm Theoretical and computational quantum transport at nanoscale Kohärenter Quantentransport: Landauer-Büttiker und Green-Funktion Methoden. Quantentunneln, Coulomb-Blockade, Vibronen und Polaronen: Mastergleichungsmethode. Nichtgleichgewichts-Green-Funktion-Methode für wechselwirkende Systeme. Demonstration mit Hilfe eines allgemeinen Quantentransportcodes DFTB+XT.</p> <p>Gruppentheorie Symmetrien, Grundlegende Begriffe in Gruppentheorie, Darstellung von Punktgruppen, Neumannsches Prinzip, Schwingungen, Auswahlregeln, Quantenmechanische Anwendungen der Gruppentheorie (Störungsrechnung, Linearkombination von Atomorbitalen), Darstellungen von $O(3)_+$ und $O(3)$, Doppelgruppen, Multipletts der Mehrerelektronenspektren, Kristallfeld, Raumgruppen, Qualitative Bandstrukturanalyse mit Gruppentheorie</p> <p>Physik und Chemie der Oberflächen Thermodynamik sauberer Oberflächen, Struktur sauberer Oberflächen, Elektronische Struktur sauberer Oberflächen, Adsorption und Segregation an Oberflächen und Grenzflächen, Oxidation metallischer und halbleitender Oberflächen, Katalyse an metallischen und oxidischen Oberflächen, Selbstassemblierung organischer Moleküle an Oberflächen, Experimentelle Methoden zur Untersuchung von Oberflächen, Festkörper/Flüssig-Grenzflächen, Adhäsion an Oberflächen aus Lösungen</p> <p>Modellierung von Polymeren Grundlagen der Polymerchemie; Mechanische Eigenschaften von Polymermaterialien; Konformationen idealer Polymerketten, Selbstähnlichkeit; Random-Walk-Modell und Gauss-verteilte Ketten; Freie Energie und Ausdehnung idealer Polymerketten; Statische Eigenschaften realer Polymerketten; Brownsche Bewegung, Smoluchowski- und Langevin-Gleichungen; Polymerdynamik: Rouse- und Zimm-Modelle; Dynamische Eigenschaften von Polymeren, Entanglement; Thermodynamik von Polymermischungen. Begleitende Übungen mit geeignetem Programmpaket</p> <p>Angewandte Material- und Prozesssimulation Besonderheiten der anwendungsorientierten Modellierung und Simulation von modernen Materialien und Prozessen (Lasermaterialbearbeitung und generative Fertigung von metallischen Werkstoffen, Eigenschaften und Herstellung von Faserverbundwerkstoffen, Eigenschaften und Anwendung von Nano-Partikel-dotierten Verbundmaterialien), hierarchische Werkstoffstruktur und Werkstoffeigenschaften, analytische Homogenisierungsmethoden, numerische Homogenisierung und Kopplung der mikro- und makroskopischen Berechnungen, Übungen mit kommerziellen FEM Softwaretools zur gekoppelten Material- und Prozesssimulation.</p>
<p>Lernziele / Qualifikationsziele</p>	<p>Das Modul soll in das Gebiet der computerunterstützten Physik, und insbesondere der computerunterstützten Materialwissenschaft einführen. Es soll das nötige theoretische und praktische Wissen vermittelt werden, um verschiedene physikalische Phänomene aus unterschiedlichen Gebieten der Materialwissenschaft mit Hilfe von Computersimulationen auf diversen Zeit- und Größenskalen untersuchen zu können.</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes</p>	<p>Das Modul wird jährlich angeboten (Wintersemester & Sommersemester)</p>
<p>Voraussetzungen für die Teilnahme</p>	<p>Keine</p>
<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten</p>	<p>Erfolgreiche Modulprüfung, Die Modulprüfung ist eine Kombinationsprüfung, die sich aus den Prüfungs- und Studienleistungen der Veranstaltungen des Moduls und einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung über den veranstaltungsübergreifenden Inhalt des Moduls zusammensetzt. Diese schriftliche oder mündliche Prüfung geht mit 80% in die Modulnote ein. Die Prüfungs- und Studienleistungen in den Übungen werden mit einem Anteil von 20% in der Modulnote berücksichtigt. Jede Prüfungsleistung in der Kombinationsprüfung muss bestanden sein. Art und Umfang der Prüfungs- bzw. Studienleistungen wird bei Modulbeginn bekannt gegeben. Mögliche Formen der Prüfungs- bzw. Studienleistungen sind Klausur, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumsbericht, mündliche Prüfung, Referat, oder eine Sammlung von mehreren bearbeiteten und testierten Aufgaben, die zusammen bewertet werden.</p>

Zeitpunkt der Modulprüfung	
Literatur zum Modul	Literatur wird bei den jeweiligen Veranstaltungen bekannt gegeben.

Festkörperphysik (Wahlpflichtfach)		WP FKP
Studiengang / Profile	M.Sc. Physics	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Jürgen Gutowski Prof. Dr. Andreas Rosenauer Prof. Dr. Jens Falta Prof. Dr. Detelev Hommel	
Lehrende im Modul	Hochschullehrer(innen) der Festkörperphysik	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	15 Kreditpunkte, 450 h Vorlesung Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 98 h (7 h/Wo. x 14 Wo.) Praktikum: Präsenzzeit 28 h 2 h/Wo. x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 84 h (6 h/Wo. x 14 Wo.) Vorlesung und/oder Seminar Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 84 h (6 h/Wo. x 14 Wo.) Prüfungsvorbereitung: 44 h	
Lehr- und Lernformen	2-3 Vorlesungen, 0-1 Seminar 1 Experimentelles Praktikum	
Konzeptionelle Aspekte	<p>Studierende können in diesem Wahlpflichtfach ihren Schwerpunkt experimentell oder theoretisch setzen. Es gibt für jeden der beiden Schwerpunkte je eine obligatorische Veranstaltung (Fortgeschrittene Festkörperphysik – expt.) oder Theoret. Festkörperphysik I. Die obligatorische Vorlesung und ein Praktikum (expt.) oder eine Übung (theor.) bilden eine inhaltliche Einheit in dem Sinne, dass die Studierenden im Laufe des 1. Masters-Semesters in mindestens 2 in der Vorlesung behandelten fortgeschrittenen Forschungsgebieten praktische Experimente an professionellen Apparaturen (expt.) bzw. hochwertige Rechnungen/Computerübungen (theor.) durchführen. Sie erhalten damit erstmals im Studium einen Einblick in Apparaturen und experimentelle Abläufe bzw. Computer und Software, wie sie in der experimentellen bzw. theoretischen Forschungsarbeit der Festkörperphysik für Diplomanden und Doktoranden genutzt werden. Dabei analysieren die Studierenden (in der Regel bekannte) Proben, die aus dem aktuellen Forschungsgebiet der Arbeitsgruppe stammen, in deren Räumen das Praktikum/die Übung durchgeführt werden. Über die Arbeiten soll vor den anderen Kommilitonen des entsprechenden Jahrgangs ein Vortrag von etwa 30 Minuten Dauer gehalten.</p> <p>Im 2. Masters-Semester wählen die Studierenden aus dem u.g. Angebot zwei jeweils 2 SWS umfassende Lehrveranstaltungen aus, wobei maximal ein Seminar ausgewählt werden darf (innerhalb der beiden Wahlfächer im Masters-Studium muss mindestens ein Seminar angewählt werden). Diese Lehrveranstaltungen liefern vertieftes Wissen in zwei Spezialgebieten der Festkörperphysik und können die Grundlage für die Anwahl eines Themas für die Master-Arbeit liefern.</p>	
Lehrveranstaltungen	3 Vorlesungen oder 2 Vorlesungen und 1 Seminar 1 Experimentelles oder Computer-Praktikum Im 1. Semester ist eine der folgenden Veranstaltung verpflichtend: <i>Entweder</i> Fortgeschrittene Festkörperphysik (V 4 SWS + P 2 SWS) <i>oder</i> Theoretische Festkörperphysik I (V 4 SWS + Ü 2 SWS) Im 2. Semester müssen Veranstaltungen im Umfang von 4 SWS aus dem folgenden Angebot ausgewählt werden (teilweises Angebot dieser LV im 1. Semester, siehe Anmerkung oben): Oberflächenphysik (V, 2 SWS) Synchrotronstrahlung (V, 2SWS) Makroskopische Quantenphänomene (V, 2 SWS) Optoelektronische Bauelemente (V, 2 SWS) Kristallwachstum (V, 2SWS) Transmissionselektronenmikroskopie (V, 2 SWS) Wellenoptik (V, 2 SWS) Wahlpflichtseminar Moderne Festkörperphysik (S 2 SWS)	
Dauer	2 Semester: im 1. & 2. Sem.	

Inhalt	<p>Fortgeschrittene Festkörperphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> · Niederdimensionale Strukturen: Wachstum und elektronische Eigenschaften · Bänder und Zustandsdichten · Bewegung von Elektronen im Magnetfeld · Mehrteilcheneffekte in Festkörpern · Nichtlineare Festkörperoptik und –dynamik · Transmissionselektronenmikroskopie · Festkörperoberflächen · Nichtoptische Spektroskopie · Bauelemente <p>Theoretische Festkörperphysik I</p> <ul style="list-style-type: none"> · Elektronische Zustände und Bandstruktur · Gitterschwingungen und Elektron-Phonon-Wechselwirkung · Effekte der Elektron-Elektron-Wechselwirkung · Optische und magnetische Eigenschaften, Transport <p>Oberflächenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> · Die geometrische Struktur von Oberflächen · Phononen und elektronische Struktur von Oberflächen · Adsorption und Desorption <p>Synchrotronstrahlung: Grundlagen und Anwendungen</p> <ul style="list-style-type: none"> · Erzeugung von Synchrotronstrahlung · Wechselwirkung von Licht mit Materie, Absorption, Reflexion, Streuung und Beugung · Experimentelle Methoden und Anwendungsbeispiele · Freie Elektronenlaser für den Röntgenbereich <p>Optoelektronische Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none"> · Detektoren und Solarzellen · Lichtemitter und deren Charakterisierung · Laserdioden (Kanten- und Oberflächenemitter) · Integrierte Opto-und Mikroelektronik <p>Kristallwachstum</p> <ul style="list-style-type: none"> · Thermodynamik der Phasensysteme · Siliziumzüchtung · Züchtung von Verbindungshalbleitern · Epitaktische Verfahren <p>Makroskopische Quantenphänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> · Quantisierter Hall-Effekt · Supraleitung · Superfluidität <p>Transmissionselektronenmikroskopie</p> <ul style="list-style-type: none"> · Geometrische und Wellenoptik · Grundlagen der Elektronenoptik · Praktische Aspekte · Praktische und Computerübungen
---------------	---

	<p>Wellenoptik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wellen • Fourier-Optik • Interferenz, Kohärenz • Beugung • Abbildungstheorie • Theorie der hochauflösenden Elektronenmikroskopie <p>Wahlpflichtseminar Moderne Festkörperphysik: Themen aus den Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oberflächenphysik (Prof. Falta) • Festkörperoptik (Prof. Gutowski) • Epitaxie und Wachstumsverfahren (Prof. Hommel) • Transmissionselektronenmikroskopie (Prof. Rosenauer)
Lernziele / Qualifikationsziele	sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten physikalischen Themenbereichen Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente/Modellbildungen Kenntnis der Mess- und Rechenmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen Vertrautheit mit komplexen Versuchsaufbauten und Computersystemen Einblicke in moderne physikalische Forschung und deren Methoden Vorbereitung auf eine experimentelle Master-Arbeit
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten (Wintersemester & Sommersemester).
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkten	Die Modulprüfung ist eine Kombinationsprüfung, die sich aus Studienleistungen der Veranstaltungen des Moduls und einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung über den veranstaltungsübergreifenden Inhalt des Moduls zusammensetzt. Die Studienleistung ist unbenotet. Jede Prüfungsleistung in der Kombinationsprüfung muss bestanden sein. Art und Umfang der Prüfungs- bzw. Studienleistungen wird bei Modulbeginn bekannt gegeben. Mögliche Formen der Prüfungs- bzw. Studienleistungen sind Klausur, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumsbericht, mündliche Prüfung, Referat, oder eine Sammlung von mehreren bearbeiteten und testierten Aufgaben, die zusammen bewertet werden.
Zeitpunkt der Modulprüfung	
Literatur zum Modul	Skripten (über Physik Multimedial o.ä. abrufbar) K. Seeger, Semiconductor Physics, Springer M. Jaros, Physics and Applications of Semiconductor Microstructures, Oxford C. F. Klingshirn, Semiconductor Optics, Springer

Umweltphysik (Wahlpflichtfach)		WP UP
Studiengang / Profile	M.Sc. Physik	
Verantwortlich für das Modul	Prof. Dr. Justus Notholt (Institut für Umweltphysik)	
Lehrende im Modul	HochschullehrerInnen der Umweltphysik (Institut für Umweltphysik, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung)	
Modulart	Wahlpflichtfach	
Stundenbelastung	15 Kreditpunkte, 450h Vorlesung Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 98 h (7 h/Wo. x 14 Wo.) Praktikum oder weitere Vorlesung: Präsenzzeit 28 h (2 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 49 h (3,5h/Wo. x 14 Wo.) Seminar Präsenzzeit: 56 h (4 SWS x 14 Wo.) zuzüglich Vor- und Nachbereitung 42 h (3 h/Wo. x 14 Wo.) Prüfungsvorbereitung: 121 h	
Lehr- und Lernformen Konzeption	Vorlesung, Übungen, Seminar, und Praktikum	
Lehrveranstaltungen	<p>Im ersten Semester müssen Veranstaltungen im Umfang von 6 SWS belegt werden und können aus folgenden Veranstaltungen ausgewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> Physik der Atmosphäre (V, 2 SWS + Ü, 2 SWS) Physikalische Ozeanographie I (V, 2 SWS + Ü, 2SWS) Bodenphysik (V, 1 SWS + Ü, 1SWS) Dynamik I (V, 2 SWS + Ü, 2SWS) Inversionsmethoden und Datenanalyse (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Praktikum (P, 1 SWS) <p>Seminar Umweltphysik (S, 2 SWS)</p> <p>Im zweiten Semester müssen Veranstaltungen im Umfang von 4 SWS belegt werden und können aus folgenden Veranstaltungen ausgesucht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> Optische Fernerkundung im Mikrowellen, Infrarot und UV/Vis-Bereich (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Der globale Kohlenstoffkreislauf (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Wolkenphysik (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Physikalische Ozeanographie II (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Dynamik II (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Aerosole (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Statistik und Fehleranalyse (2 SWS + Ü, 1SWS) Physik des Klimasystems (V, 2 SWS + Ü, 1SWS) Umweltradioaktivität (V, 1 SWS + Ü, 1SWS) Praktikum (P, 1 SWS) <p>Seminar Fernerkundung und Bodenkunde (S, 2 SWS)</p> <p>Seminar zur Ozeanographie (S, 2 SWS)</p>	
Dauer / Lage	2 Semester: im 1. & 2. Sem.	

<p>Inhalt</p>	<p>Optische Fernerkundung: Fernerkundung der Atmosphäre, besonders mit passiven Methoden. Messmethoden vom Satelliten, Flugzeug oder Boden. Strahlungstransfer.</p> <p>Physik der Atmosphäre Einführung in den Aufbau der Atmosphäre, physikalischen und chemischen Prozesse in der Atmosphäre</p> <p>Physikalische Ozeanographie I Topographie des Ozeans. die Bewegungsgleichung, der windgetriebene Ozean, der Antrieb durch thermohaline Flüsse, Rolle des Ozeans für Energiehaushalt und Klima</p> <p>Physikalische Ozeanographie II: Vertiefung des Verständnisses für physikalische Prozesse im Ozean (Wellen, Gezeiten, Vermischung, Zirkulation)</p> <p>Dynamik I & II: Einführung in die fundamentalen physikalischen Bewegungsgleichungen zur Beschreibung der Dynamik von Atmosphäre, Ozean, Eis und fester Erde</p> <p>Globaler Kohlenstoffkreislauf: Quellen und Senken, Eiszeiten, anthropogener Beitrag, Modellierung des Kohlenstoffkreislaufes, Rückkopplungsprozesse.</p> <p>Einführung in die Meteorologie: Strahlung, Luftmassen, Luftbewegung und Wind, Wolken und Niederschlag, Wetterbeobachtung, Wettervorhersage.</p> <p>Physik des Klimasystems: Beobachtungssysteme, Datenanalyse, Physik der Klimaprozesse, Klimamodellierung</p> <p>Inversionsmethoden und Datenanalyse: Mathematische Techniken zur Lösung über und unterbestimmter Systeme wie sie in der Fernerkundung auftreten.</p> <p>Bodenphysik: Transportvorgänge im Boden. Physikalische Grundlagen (Boden als poröses System, Wasser als Transportmedium)</p> <p>Umweltradioaktivität: Natürliche und künstliche radioaktive Stoffe in der Umwelt. Grundlagen des radioaktiven Zerfalls über Labortechniken bis zur Modellierung.</p> <p>Statistik und Fehleranalyse: Zufallsvariablen und Wahrscheinlichkeit, Kovarianz und Korrelation, Fehlerfortpflanzung, statistische Tests</p> <p>Aerosole: Aerosolmessung und Kontrolle, mikrophysikalische Charakterisierung, optische Eigenschaften, Zusammensetzung, Strahlungsbeitrag.</p> <p>Wolkenphysik: Thermodynamische Prozesse, Mikrostruktur von Wolken und ihre mathematische Beschreibung, Kondensation, Eiswolken, Niederschlag</p> <p>Alle Seminare: ausgewählte Themen aus der modernen Forschung, aktuelle Fragestellungen der Umweltphysik</p>
<p>Lernziele / Qualifikationsziele</p>	<p>Das Modul führt in die physikalischen Grundlagen der Umweltphysik ein. Außerdem werden die wichtigsten Messmethoden vorgestellt und im Rahmen eines Praktikums geübt. Im zweiten Semester des Moduls wird durch spezielle Veranstaltungen an die aktuelle Forschung heran geführt.</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes</p>	<p>Das Modul wird jährlich angeboten (Winter- /Sommersemester)</p>
<p>Voraussetzungen für die Teilnahme</p>	<p>keine</p>

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	Die Modulprüfung ist eine Kombinationsprüfung, die sich aus Studienleistungen der Veranstaltungen des Moduls und einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung über den veranstaltungsübergreifenden Inhalt des Moduls zusammensetzt. Die Studienleistung ist unbenotet. Jede Prüfungsleistung in der Kombinationsprüfung muss bestanden sein. Art und Umfang der Prüfungs- bzw. Studienleistungen wird bei Modulbeginn bekannt gegeben. Mögliche Formen der Prüfungs- bzw. Studienleistungen sind Klausur, Hausarbeit, Projektarbeit, Praktikumsbericht, mündliche Prüfung, Referat, oder eine Sammlung von mehreren bearbeiteten und testierten Aufgaben, die zusammen bewertet werden.
Literatur zum Modul	Vorlesungsskripte: Physik unserer Umwelt, Walter Roedel, Springer Verlag Atmospheric Chemistry and Global Change, Eds Guy P. Brasseur, John J. Orlando and Geoffrey S. Tyndall Oxford University Press, ISBN 0-19-510521-4 R. Stewart, Introduction to Physical Oceanography, Texas A&M University

Fachliche Spezialisierung		FSp
Studiengang	Masterstudiengang Physik:	
Verantwortlich für das Modul	In Abhängigkeit vom Forschungsgebiet Umweltphysik: Prof. Dr. Justus Notholt Biophysik: Prof. Dr. Manfred Radmacher Theoretische Physik: Prof. Dr. Gerd Czycholl Festkörperphysik: Prof. Dr. Jürgen Gutowski Angewandte Optik: Prof. Dr. Ralf Bergmann Computergestützte Materialwissenschaften: Prof. Dr. Thomas Frauenheim	
Lehrende im Modul	Lehrende der Experimentalphysik und der Theoretischen Physik	
Modulart	Wahlpflicht	
Stundenbelastung	15 CP, Arbeitsaufwand 450 Stunden	
Lehr- und Lernformen Konzeption	In diesem Modul ist die vertiefte Einarbeitung in die für das Thema der Forschungsphase relevanten spezifischen physikalischen Grundlagen zusammengefasst. Es werden die grundlegenden Techniken und Modelle des jeweiligen Forschungsgebietes studiert. Dies beinhaltet sowohl Literaturstudium, als auch praktische Tätigkeiten im Labor, im Sinne eines fortgeschrittenen Laborpraktikums, bzw. Computerpraktikums. Das Modul wird i.d.R. in einem der im Fachbereich 1 angebotenen physikalischen Wahlpflichtfächer bearbeitet. Während dieses Moduls werden die Studierenden kontinuierlich von HochschullehrerInnen und. wiss. MitarbeiterInnen der jeweiligen Arbeitsgruppe betreut.	
Lehrveranstaltungen	1 Seminarvortrag (2 SWS) zum Fachgebiet der Masterarbeit Laborpraktikum (8 SWS) individuelle Beratungsgespräche	
Dauer / Lage	Wintersemester	
Inhalt	Die Inhalte ergeben sich aus dem physikalischen Wahlpflichtfach, in dem die Thesis angesiedelt ist Umweltphysik Biophysik Theoretische Physik Festkörperphysik Angewandte Optik Computergestützte Materialwissenschaften	
Lernziele / Qualifikationsziele	Kenntnis und Verständnis der aufgabenspezifischen physikalischen Grundlagen, Erkennen des Bezugs zu den angrenzenden Gebieten und die Fähigkeit, diese Kenntnisse schriftlich und mündlich darzustellen und für eigene Forschung zu nutzen.	
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Für die Zulassung zu diesem Modul ist der Erwerb von mindestens 30 CP aus der Vertiefungsphase. Die Module Fortgeschrittene Experimentalphysik und mindestens ein Modul des Wahlpflichtfachs müssen erfolgreich studiert worden sein. Ein Wahlpflichtfach muss mit dem Forschungsgebiet der "Fachlichen Spezialisierung" über einstimmen.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkte	Erfolgreicher Abschluss des Vorbereitungsprojekts Seminarvortrag zum Forschungsprojekt	
Literatur zum Modul	Wird vom jeweiligen Betreuer individuell bekannt gegeben	

Vorbereitungsprojekt		VoP
Studiengang	Masterstudiengang Physik:	
Verantwortlich für das Modul	In Abhängigkeit vom Forschungsgebiet: Umweltphysik: Prof. Dr. Justus Notholt Biophysik: Prof. Dr. Manfred Radmacher Theoretische Physik: Prof. Dr. Gerd Czycholl Festkörperphysik: Prof. Dr. Jürgen Gutowski Angewandte Optik: Prof. Dr. Ralf Bergmann Computergestützte Materialwissenschaften: Prof. Dr. Thomas Frauenheim	
Lehrende im Modul	Lehrende der Experimentalphysik und der Theoretischen Physik	
Modulart	Wahlpflicht	
Stundenbelastung	15 CP, Arbeitsaufwand 450 Stunden	
Lehr- und Lernformen Konzeption	In dem Vorbereitungsprojekt werden die Fertigkeiten der experimentellen bzw. theoretisch-mathematischen Praxis, die Voraussetzung für die Durchführung des Forschungsprojektes im Rahmen der Master-Arbeit sind, erworben.. Die Arbeit wird i.d.R. in einem der im Fachbereich 1 angebotenen physikalischen Wahlpflichtfächer geschrieben. Während der Masterarbeit werden die Studierenden kontinuierlich von HochschullehrerInnen und. wiss. MitarbeiterInnen betreut.	
Lehrveranstaltungen	Arbeit in den Laboren der Institute der Experimentalphysik und Theoretischen Physik individuelle Anleitung (Projektpraktikum) Zum Abschluss wird ein Konzeptpapier über ein mögliches Forschungsprojekt verfasst. Dieses Papier sollte in der Regel dem Forschungsprogramm für das bevorstehende Forschungsprojekt der Masterthesis entsprechen.	
Dauer / Lage	Wintersemester	
Inhalt	Die Inhalte ergeben sich aus dem physikalischen Wahlpflichtfach, in dem die Thesis angesiedelt ist	
Lernziele / Qualifikationsziele	Umsetzung einer wissenschaftlichen Fragestellung in eine experimentelle und/oder theoretische Untersuchung erfolgreiche Strategien bei der Planung und Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen Fähigkeit zur kritischen Bewertung, Einordnung und Diskussion eigener wiss. Ergebnisse wiss. Ergebnisse in einer Arbeit zusammenfassen und präsentieren	
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Für die Zulassung zum Vorbereitungsprojekt ist der Erwerb von mindestens 30 CP aus der Vertiefungsphase. Die Module Fortgeschrittene Experimentalphysik und mindestens ein Modul des Wahlpflichtfachs müssen erfolgreich studiert worden sein. Ein Wahlpflichtfach muss mit dem Arbeitsgebiet des "Vorbereitungsprojektes" übereinstimmen. Das Forschungsgebiet des Vorbereitungsprojektes muss mit dem Arbeitsgebiet der "Fachlichen Spezialisierung" übereinstimmen.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkte	Erfolgreicher Abschluss des Vorbereitungsprojekts Konzeptpapier oder Vortrag zu einem Forschungsprojekt, das im Rahmen der Masterarbeit durchgeführt werden kann.	
Literatur zum Modul	Wird vom jeweiligen Betreuer individuell bekannt gegeben	

Forschungsprojekt und Abschlusskolloquium		FoP
Studiengang	Masterstudiengang Physik:	
Verantwortlich für das Modul	In Abhängigkeit vom Forschungsprojekt Umweltphysik: Prof. Dr. Justus Notholt Biophysik: Prof. Dr. Manfred Radmacher Theoretische Physik: Prof. Dr. Gerd Czycholl Festkörperphysik: Prof. Dr. Jürgen Gutowski Angewandte Optik: Prof. Dr. Ralf Bergmann Computergestützte Materialwissenschaften: Prof. Dr. Thomas Frauenheim	
Lehrende im Modul	Lehrende der Experimentalphysik und der Theoretischen Physik	
Modulart	Pflicht	
Stundenbelastung	30 CP, Arbeitsaufwand 900 Stunden	
Lehr- und Lernformen Konzeption	1 Abschlusskolloquium Arbeit in den Laboren der Institute der Experimentalphysik und Theoretischen Physik individuelle Beratungsgespräche Erstellung der Masterarbeit In der Master-Arbeit wird selbständige wissenschaftliche Tätigkeit verbunden mit dem Erwerb von zusätzlichen Schlüsselqualifikationen wie zum Beispiel dem Projektmanagement, der Teamarbeit sowie der Darstellung und Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse. Die Arbeit wird i.d.R. in einem der im Fachbereich 1 angebotenen physikalischen Wahlpflichtfächer geschrieben. Während der Masterarbeit werden die Studierenden kontinuierlich von HochschullehrerInnen und. wiss. MitarbeiterInnen betreut.	
Lehrveranstaltungen	1 Abschlusskolloquium (2 SWS) zur Masterarbeit individuelle Beratungsgespräche	
Dauer / Lage	Wintersemester	
Inhalt	Die Inhalte ergeben sich aus dem physikalischen Wahlpflichtfach, in dem die Thesis angesiedelt ist	
Lernziele / Qualifikationsziele	Umsetzung einer wissenschaftlichen Fragestellung in eine experimentelle und/oder theoretische Untersuchung erfolgreiche Strategien bei der Planung und Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen Fähigkeit zur kritischen Bewertung, Einordnung und Diskussion eigener wiss. Ergebnisse wiss. Ergebnisse in einer Arbeit zusammenfassen und präsentieren	
Häufigkeit des Angebotes	Das Modul wird jährlich angeboten.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Für die Zulassung zum Abschlussmodul ist der Erwerb von 45 CP aus der Vertiefungsphase und 30 CP aus der Forschungsphase nachzuweisen. Die Module "Fachliche Spezialisierung" und das "Vorbereitungsprojekt" müssen auf demselben Arbeitsgebiet erfolgt sein, auf der das Forschungsprojekt durchgeführt wird.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten und Leistungspunkte	Erfolgreicher Abschluss der Masterarbeit Kolloquium zur Masterarbeit Die Leistungspunktvergabe für das Abschlussmodul erfolgt auf Grundlage der Noten für die Masterarbeit und das Kolloquium.	
Literatur zum Modul	Wird vom jeweiligen Betreuer individuell bekannt gegeben	