

**Modulhandbuch
für den
Master-Studiengang Physik**

3. April 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Studienziele und Voraussetzungen	5
1.1	Studienziele	5
1.2	Zugangsvoraussetzungen	6
2	Modul- und Veranstaltungsliste	7
2.1	Modulübersicht	7
2.2	Liste der Spezialvorlesungen	8
2.3	Kernangebot an Nichtphysikalischen Fächern bzw. fachübergreifenden Lehrveranstaltungen	10
2.3.1	Weitere Nichtphysikalische Fächer	11
3	Wichtige Bemerkungen zur Modulliste	13
3.1	Generelle Bemerkungen	13
3.2	Anerkennung von Leistungen	14
3.2.1	Wechsel des Studiengangs	14
3.2.2	Leistungen in Auslandssemestern	14
3.3	Hinweise zur Forschungsphase	15
3.3.1	Bewertungskriterien	15
3.4	Beispiele für Studienverlaufpläne	17
4	Detaillierte Modulbeschreibungen mit Lehrveranstaltungen	19
4.1	Experimentalphysik	19
4.2	Theoretische Physik	25
4.3	Praktika und Seminare	33
4.4	Spezialvorlesungen	35
4.4.1	Physik kondensierter Materie	35
4.4.2	Quanten-, Atom- und Neutronenphysik	60
4.4.3	Kern- und Teilchenphysik	68
4.5	Fokusvorlesungen	93
4.6	Forschungsphase	94
4.7	Nichtphysikalische Fächer	97
4.7.1	Chemie	97
4.7.2	Informatik	104
4.7.3	Geschichte der Naturwissenschaften	108
4.7.4	Mathematik	110
4.7.5	Meteorologie	139
4.7.6	Philosophie	140
4.7.7	Wirtschaftswissenschaften	143
4.8	Fachübergreifende Lehrveranstaltungen	162

1 Studienziele und Voraussetzungen

1.1 Studienziele

Übernommen von der Konferenz der Fachbereiche Physik (beschlossen 8.11.2010):

Aufbauend auf einem ersten Hochschulabschluss führt das Masterstudium zum Erwerb zusätzlicher analytischer und methodischer Kompetenzen. Zugleich werden die fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten aus dem ersten Studium vertieft und erweitert. Die Absolventinnen und Absolventen des Master-Studienganges Physik haben Spezialkenntnisse in mehreren Teilfächern der Physik auf international höchstem Niveau erworben und sind zu selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten befähigt. Damit füllen sie das umfassende und wegen seiner fachlichen Breite und Flexibilität geschätzte Berufsbild des Physikers aus. Sie sind prinzipiell zum Übergang in eine Promotionsphase befähigt.

Im Einzelnen bedeutet das:

1. Sie haben ihre mathematisch-naturwissenschaftlichen Kenntnisse vertieft, den Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge sowie solche mit den Nachbardisziplinen erweitert und sich auf einem Spezialgebiet der Physik so spezialisiert, dass sie Anschluss an die aktuelle internationale Forschung finden können.
2. Sie haben ihr Wissen beispielhaft auch an komplexen physikalischen Problemen und Aufgabenstellungen eingesetzt und können diese auf einer wissenschaftlichen Basis analysieren, formulieren und möglichst weitgehend lösen.
3. Sie sind in der Lage, zur Lösung komplexer physikalischer Probleme Experimente zu planen, aufzubauen, durchzuführen und die Ergebnisse zu interpretieren (Schwerpunkt Experimentalphysik) oder Simulation und Modellierung auf der Basis physikalischer Grundprinzipien einzusetzen (Schwerpunkt theoretische Physik).
4. Sie haben in ihrem Studium soziale Kompetenzen erworben. Diese überfachlichen Kompetenzen werden weitgehend integriert in den Fachlehrveranstaltungen sowie vor allem in der Forschungsphase erworben.
5. Sie haben in der einjährigen Forschungsphase die Fähigkeit erworben, sich in ein beliebiges technisch-physikalisches Spezialgebiet einzuarbeiten, die aktuelle internationale Fachliteratur hierzu zu recherchieren und zu verstehen, Experimente oder theoretische Methoden auf dem Gebiet zu konzipieren und durchzuführen, die Ergebnisse im Lichte der verschiedensten physikalischen Phänomene einzuordnen und Schlussfolgerungen für technische Entwicklungen und den Fortschritt der Wissenschaft daraus zu ziehen.
6. Sie besitzen nach der Forschungsphase das notwendige Durchhaltevermögen, um in Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Fehlschlägen, unerwarteten Schwierigkeiten und Verzögerungen umzugehen und gegebenenfalls mit modifizierter Strategie dennoch zum Ziel zu kommen.
7. Sie sind befähigt, auch fernab des im Masterstudium vertieften Spezialgebietes beruflich tätig zu werden und dabei ihr physikalisches Grundwissen zusammen mit den erlernten wissenschaftlichen Methoden und Problemlösungsstrategien einzusetzen.

8. Sie sind in der Lage, komplexe physikalische Sachverhalte und eigene Forschungsergebnisse im Kontext der aktuellen internationalen Forschung umfassend zu diskutieren und in schriftlicher (Masterarbeit) und mündlicher Form (Vortrag mit freier Diskussion) darzustellen.
9. Sie sind sich ihrer Verantwortung gegenüber der Wissenschaft und möglicher Folgen ihrer Tätigkeit für Umwelt und Gesellschaft bewusst und handeln gemäß den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis.

1.2 Zugangsvoraussetzungen

Die Zugangsvoraussetzungen für den Master of Science im Fach Physik sind in der entsprechenden [Prüfungsordnung](#) geregelt. Im Folgenden werden die wichtigsten Voraussetzungen kurz zusammengefasst:

- Zum Masterstudiengang Physik wird zugelassen, wer über die dafür erforderliche Vorbildung verfügt. Dazu ist der Nachweis eines Bachelorabschlusses im Fach Physik mindestens mit der Note 3,0 oder eines Studienabschlusses an einer Hochschule in Deutschland oder im Ausland, der sich davon nicht wesentlich unterscheidet, erforderlich. Zusätzlich werden inhaltlich mit den nachfolgend aufgeführten Bereichen des Bachelorstudiengangs Physik an der JGU Mainz vergleichbare Kenntnisse im Umfang von mindestens
 - 30 Leistungspunkten im Modulbereich Experimentalphysik,
 - 19 Leistungspunkten im Modulbereich Praktika,
 - 25 Leistungspunkten im Modulbereich Theoretische Physik,
 - 23 Leistungspunkten im Modulbereich Höhere Mathematik und Rechenmethoden,
 - 9 Leistungspunkten für die schriftlich abgefasste Bachelorarbeit,erwartet. Die angerechneten Leistungspunkte richten sich nach den Maßstäben der JGU Mainz.
- Bei einer schlechteren Note als 3,0 oder falls die oben genannten Leistungspunkte nicht ganz erreicht werden kann ein Auswahlgespräch beantragt werden.
- Ist der Bachelorabschluss nicht gleichwertig, so können entsprechende Auflagen bei der Zulassung erfolgen. Diese Auflagen haben einen Umfang von maximal 27 Leistungspunkten und sind innerhalb des ersten Studienjahres zu erfüllen.
- Da es sich um einen englischsprachigen Studiengang handelt sind keine Deutschkenntnisse erforderlich. Es muss stattdessen die ausreichende Beherrschung der englischen Sprache nachgewiesen werden. Dies kann durch ein entsprechendes Zertifikat (Niveau B2) erfolgen oder durch die Vorlage eines deutschen Abiturzeugnisses aus dem ersichtlich ist, dass mindestens fünf Jahre (vier Jahre bei G8) Englisch im Schulunterricht besucht wurden und dieser mit mindestens „ausreichend“ oder 5 Punkten abgeschlossen wurde.

2 Modul- und Veranstaltungsliste

2.1 Modulübersicht

Modul	SWS	LP
<i>Pflichtmodule</i>		
Experimentalphysik	3 V + 1 Ü	6
Theoretische Physik	4 V + 2 Ü	9
Seminare	4 S	8
F-Praktikum	8 P	10
<i>Summe</i>		33
<i>Forschungsphase</i>		
Spezialisierung	F	15
Methodenkenntnis	F	15
Masterarbeit	F	30
<i>Summe</i>		60
<i>Wahlpflichtmodule</i>		
Spezialvorlesung	3 V + 1 Ü	6
Fortgeschrittene Theoretische Physik	4 V + 2 Ü	9
<i>zu wählen</i>		12-27
<i>Wahlmodule</i>		
Fokusvorlesung	2	3
Forschungsmodul	4 V	6
Nichtphysikalisches Fach (Angebote siehe Kapitel 2.3)		9-15
<i>zu wählen</i>		0-15
Gesamt		120

2.2 Liste der Spezialvorlesungen

Die folgenden Vorlesungen werden regelmäßig angeboten. Sie finden die aktuelle Liste für jedes Semester in Jogustine.

- Physik kondensierter Materie
 - Ausgewählte Kapitel der Physik kondensierter Materie
 - Moderne Methoden der Physik kondensierter Materie
 - Materials Science (Materialwissenschaften)
 - Introduction to Advanced Materials - from soft matter to hard matter
 - Quantum Spintronics
 - Superconductivity
 - Nonequilibrium phenomena in quantum matter
 - Einführung in die Theorie kondensierter Materie
 - Ausgewählte Kapitel der Theorie kondensierter Materie
 - Theorie weicher Materie I
 - Moderne Rechenmethoden der Physik kondensierter/weicher Materie
 - Computersimulationen in der statistischen Physik
 - Soft Materials at Interfaces
 - Biophysik
 - Advanced theoretical solid state physics
 - Theorie weicher Materie II
- Quanten-, Atom- und Neutronenphysik
 - Quantenoptik (Q-Ex-1)
 - Photonik (Q-Ex-2)
 - Quanteninformation (Q-Ex-3)
 - Fundamentale Präzisionsmessungen (Q-Ex-4)
- Kern- und Elementarteilchenphysik
 - Statistik, Datenanalyse und Simulation
 - Teilchendetektoren
 - Beschleunigerphysik
 - Teilchenphysik
 - Astroteilchenphysik
 - Kosmologie und Allgemeine Relativitätstheorie
 - Symmetrien in der Physik
 - Moderne Methoden der theoretischen Hochenergiepartikel- und Kernphysik
 - Theoretische Elementarteilchenphysik
 - Theoretische Kernphysik
 - Einführung in die Gittertheorie

- Einführung in die Stringtheorie
- Effektive Feldtheorien
- Theoretische Astroteilchenphysik
- Amplituden und Präzisionsphysik am LHC
- Funktionale Methoden und exakte Renormierungsgruppe
- Vertiefende Kapitel der Teilchenphysik
- Vertiefende Kapitel der subatomaren Physik
- Vertiefende Kapitel der Astroteilchen- und Astrophysik
- Höhere Beschleunigerphysik

2.3 Kernangebot an Nichtphysikalischen Fächern bzw. fachübergreifenden Lehrveranstaltungen

Nichtphysikalisches Fach	SWS	LP
<i>Chemie</i>		
Kernchemie	2 V + 1 Ü + 5 P	9
Kernchemie (mit zusätzlich 1 Spezialvorlesung)	4 V + 1 Ü + 5 P	12
Kernchemie (mit zusätzlich 2 Spezialvorlesungen)	6 V + 1 Ü + 5 P	15
Einführung in die Theoretische Chemie	4 V + 1 Ü + 5 P	9
Theoretische Chemie	4 V + 2 Ü + 10P	12
<i>Geschichte der Naturwissenschaften</i>		
Geschichte der Naturwissenschaften I	4 V + 4 S + 2 Ü	15
Geschichte der Naturwissenschaften II	2 HS + 2 S	9
<i>Informatik</i>		
Informatik I	2 V + 2 Ü + 2 P	9
Informatik II	4 V + 4 Ü	12
Informatik III	4 V + 4 Ü + 2 P	15
Informatik IV	4 V + 4 Ü + 2 S	16
<i>Mathematik</i>		
Funktionalanalysis	4 V + 2 Ü	9
Funktionalanalysis (mit Funktionalanalysis II)	8 V + 2 Ü	15
Partielle Differentialgleichungen	4 V + 2 Ü	9
Partielle Differentialgleichungen (mit part. Differentialgl. II)	8 V + 2 Ü	15
Grundlagen der Stochastik	4 V + 2 Ü	9
Grundlagen der Stochastik (mit Stochastik I)	8 V + 2 Ü	15
Stochastik I	4 V + 2 Ü	9
Stochastik I (mit Stochastik II)	8 V + 2 Ü	15
Stochastik 2	8 V	15
Grundlagen der Numerik	4 V + 2 Ü	9
Grundlagen der Numerik (mit Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen)	8 V + 2 Ü	15
Numerik von Differentialgleichungen	4 V + 2 Ü	9
Numerik von Differentialgleichungen (mit partiellen Differentialgleichungen)	8 V + 2 Ü	15
Algebra	4 V + 2 Ü	9
Algebra (mit Vorlesung „Körper, Ringe, Moduln“)	8 V + 2 Ü	15
Topologie	4 V + 2 Ü	9
Topologie (mit Vorlesung „Algebraische Kurven und Riemansche Flächen“)	8 V + 2 Ü	15
Computeralgebra	4 V + 2 Ü	9
Computeralgebra (mit Zahlentheorie)	8 V + 2 Ü	15
Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten	4 V + 2 Ü	9
Funktionentheorie	4 V + 2 Ü	9
Zahlentheorie	4 V + 2 Ü	9
Funktionalanalysis	8 V + 2 Ü	15
Grundlagen der numerischen Mathematik (mit Praktikum)	4 V + 2 Ü + 2 P	12
Komplexe Differentialgeometrie	8 V + 2 Ü	15

Nichtphysikalisches Fach	SWS	LP
Algebraische Geometrie	8 V	15
Vertiefungsmodul Analysis	8 V + 2 Ü	15
Vertiefungsmodul Eichtheorie	8 V + 2 Ü	15
<i>Meteorologie</i>		
Wolken und Aerosole		15
Dynamik von Wetter und Klima		15
Modellierung		14
Zusammensetzung der Atmosphäre		13
<i>Philosophie</i>		
Philosophie der Neuzeit	6 S	15
<i>Wirtschaftswissenschaften</i>		
International Economics & Public Policy	6 V+Ü	12
Finance & Accounting	6 V+Ü	12
Marketing, Management & Operations	6 V+Ü	12
<i>Fachübergreifende Lehrveranstaltungen</i>		
Geschichte der Naturwissenschaften I	3 V	3
Geschichte der Naturwissenschaften II	3 V	3

2.3.1 Weitere Nichtphysikalische Fächer

Auf Antrag kann das Nichtphysikalische Fach auch aus Lehrveranstaltungen anderer Fachbereiche der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, die nicht in der Modulliste genannt sind, zusammengestellt werden. Zur Übernahme in das Kernangebot ist allerdings ein zustimmender Beschluss des Fachausschusses für Studium und Lehre Physik und ein Kooperationsvertrag mit dem entsprechenden Fach notwendig. Das vorgeschlagene Nichtphysikalische Fach sollte einen quantitativen, naturwissenschaftlichen oder mathematisch logischen Bezug haben und in der Herangehensweise einem naturwissenschaftlichen bzw. mathematischen Fach ähneln. Im Vorfeld ist daher ein rechtzeitiges Beratungsgespräch mit der Vorsitzenden oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses nötig.

3 Wichtige Bemerkungen zur Modulliste

3.1 Generelle Bemerkungen

1. Die Sprache von Physikveranstaltungen ist Englisch, es sei denn alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind der deutschen Sprache mächtig und es besteht der Konsens die Veranstaltung in deutscher Sprache abzuhalten
2. Im Master-Studiengang müssen mindestens 120 LP erreicht werden. Ab einer Überschreitung um 6 LP muss ein klärendes Gespräch mit einem Studienfachberater oder einer Studienfachberaterin stattfinden.
3. Vor Abschluss des Master-Studiums müssen alle drei Experimentalphysik 5 Vorlesungen (Ex-5a, Ex-5b, Ex-5c) gehört werden (5 Kursvorlesungen aus der Theorie erfolgreich abgeschlossen) oder zwei aus den drei (mindestens 6 Kursvorlesungen in der Theorie erfolgreich abgeschlossen). Für den Fall, dass im Bachelor-Studium nur eine Vorlesung gehört wurde wird eine entsprechende Auflage bei der Zulassung zum Master-Studium erfolgen.
4. Wurden im Bachelor-Studium bereits alle drei Experimentalphysik 5 Vorlesungen (Ex-5a, Ex-5b, Ex-5c) gehört, so ist stattdessen eine weitere Spezialvorlesung zu hören.
5. Wurden im Bachelor-Studium bereits zwei der drei Experimentalphysik 5 Vorlesungen (Ex-5a, Ex-5b, Ex-5c) und die Theorie-5 gehört, so kann die dritte Ex-5 Vorlesung durch eine Spezialvorlesung ersetzt werden.
6. Bei gleichwertigen Veranstaltungen wird die Mainzer LP-Zahl für Veranstaltungen anderer Universitäten anerkannt. Bei Grenzfällen können moderate Auflagen auferlegt werden.
7. Die Fachübergreifende Veranstaltung (3 LP) ist freiwillig. Als Vorlesungen bieten sich die „Geschichte der Naturwissenschaften“ oder die „Einführung in die Wissenschaftsgeschichte“ an. Anerkannt werden auch Veranstaltungen im Rahmen des „Studium Generale“ und Praktika („Sommerstudentenprogramme“) an Großforschungseinrichtungen. Sprachkurse, die nicht im Studium Generale angeboten werden, sowie Praktika in der Industrie und Forschungsinstituten können nur nach Rücksprache mit einem Studienfachberater oder einer Studienfachberaterin anerkannt werden. Die Leistungspunkte der Fachübergreifenden Veranstaltung werden mit denen aus dem Bereich des Nichtphysikalischen Nebenfachs zusammengezählt. Die Summe ist auf 15 Leistungspunkte gedeckelt.
8. Weitere Kursvorlesungen aus der Theorie können im Modul “Advanced Theoretical Physics” belegt werden. Dieses Modul ist jedoch nicht verpflichtend.
9. Das Forschungsmodul richtet sich an Studenten, die schon während ihres Masterstudiums an weiterführenden Veranstaltungen (z.B. Graduiertenkolleg) teilnehmen möchten.
10. Masterarbeiten außerhalb des FB 08 müssen beantragt werden. Das Erstgutachten bei externen Arbeiten muss durch eine Hochschullehrerin oder einen Hochschullehrer des FB 08 erstellt werden.

- Bei überragenden Leistungen (derzeit Abschlussnote 1,2 oder besser und Note der Masterarbeit 1.0) wird das Gesamturteil „mit Auszeichnung bestanden“ erteilt, sofern das Masterstudium innerhalb der Regelstudienzeit, einschließlich der Zeit für die Anfertigung der Masterarbeit und das abschließende Kolloquium, beendet wurde.

3.2 Anerkennung von Leistungen

3.2.1 Wechsel des Studiengangs

Beim Wechsel von Studiengängen in Mainz und beim Wechsel nach Mainz werden Leistungen anerkannt, falls kein wesentlicher Unterschied bezogen auf entsprechende Leistungen des MSc-Studiengangs Physik in Mainz besteht. Dabei können Leistungen zusammengefasst bzw. aufteilt werden, sodass formale Hürden durch die Anzahl von Leistungspunkten vermieden werden. Auch Nebenfächer, die nicht im MSc-Physikstudiengang Mainz angeboten werden, können berücksichtigt werden. Jeder Fall wird dabei individuell bearbeitet, mit den Antragsstellern diskutiert um anschließend gemeinsam ein Anerkennungsformular auszufüllen (<http://www.studium.fb08.uni-mainz.de/downloadcenter-physik/>).

3.2.2 Leistungen in Auslandssemestern

Laut der Anerkennungssatzung der Universität sind die Qualität, das Niveau, die Lernergebnisse bzw. Lernziele, der Workload und das Profil der Studien- und Prüfungsleistungen für eine Anerkennung relevant. Leistungen sollen anerkannt werden, wenn kein wesentlicher Unterschied bezogen auf entsprechende Leistungen an der JGU bestehen. Studierende können eine Anerkennung ohne Notenübernahme von bis zu 15 Leistungspunkte im Masterstudiengang und höchstens 30 Leistungspunkten, unabhängig von der Art der Veranstaltung, im Bachelorstudiengang beantragen. Wird dieser Umfang überschritten, legen die Studierenden fest, bei welchen der überzähligen Leistungen die Noten übernommen werden. Sofern für ausländische Hochschulen geeignete ECTS-Einstufungstabellen vorliegen, erfolgt die Notenumrechnung an Hand dieser Tabellen bzw. der modifizierten Bayerischen Formel. Werden Noten in zu geringen Abstufungen vergeben, kann auch ein Vergleich der Notenspiegel herangezogen werden.

Für einen Erasmus- Austausch ist es notwendig und für andere Auslandsaufenthalte ist sehr zu empfehlen, dass Leistungen im Ausland vor Beginn des Aufenthalts mit den entsprechenden Beauftragten bzw. Studienfachberatern abgesprochen werden.

Note	Benotungsanteil	Kumulierte Häufigkeit
1,0	37,08%	37,08%
1,3	26,00%	63,08%
1,7	12,42%	75,50%
2,0	8,25%	83,75%
2,3	5,33%	89,08%
2,7	3,08%	92,17%
3,0	2,83%	95,00%
3,3	1,58%	96,58%
3,7	2,00%	98,58%
4,0	1,42%	100,00%

Einstufungstabelle für den MSc-Physik in Mainz (Notenspiegel ohne Masterarbeit, Stand März 2021). Die aktuellen Tabellen finden Sie unter dieser URL: <https://sl.uni-mainz.de/notenverteilungsskala/>

3.3 Hinweise zur Forschungsphase

Die Forschungsphase im Masterstudiengang Physik setzt sich aus den Modulen „Spezialisierung“ (3 Monate, unbenoteter Seminarvortrag, 15 LP), „Methodenkenntnis“ (3 Monate, benotet durch Vortrag oder Portfolio, 15 LP) und „Masterarbeit“ (6 Monate, 30 LP) zusammen. Diese drei Module werden als eine Einheit angesehen und müssen zusammenhängend innerhalb eines Jahres abgeschlossen werden.

1. Die Studierenden dürfen sich zur einjährigen Forschungsphase anmelden, sofern nur noch eine Veranstaltung bis zum Erreichen der geforderten 60 LP aussteht (z.B. eine Fokusvorlesung, eine Spezialvorlesung oder eines der beiden Seminare). Der Beginn der Masterarbeit ist dann 6 Monate nach Start der Forschungsphase, bis zu diesem Zeitpunkt müssen mindestens 60 der in §6 Abs. 2 genannten Leistungspunkte erworben sein.
2. Da das Modul „Spezialisierung“ ein Teil der Vorbereitung zur Masterarbeit ist, kann dieses Modul nicht parallel zur 6-monatigen Masterarbeit belegt werden. Ein Wechsel des Betreuers ist einmalig vor Beginn des Moduls „Methodenkenntnis“ möglich.
3. Die Meldung zur Forschungsphase geschieht im Studienbüro Physik mit [diesem Antrag](#). Vom Studienbüro aus wird die Modulanmeldung in Jogustine durchgeführt.
4. Soll die Masterarbeit in einer nicht dem zuständigen Fachbereich angehörenden Einrichtung angefertigt werden, bedarf es hierzu der Zustimmung der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses (bitte formlosen Antrag im Studienbüro stellen).
5. Die Bearbeitungszeit kann von der Prüfungsvorsitzenden um maximal vier Wochen verlängert werden. Der Kandidat hat hierzu im Studienbüro einen formlosen, begründeten Antrag zu stellen, der vom Betreuer mit unterschrieben sein muss.
6. Die Eingabe der Noten der Module „Methodenkenntnis“ und „Spezialisierung“ erfolgt am Ende der einjährigen Arbeit durch das Studienbüro. Die Betreuer werden gebeten, dem Studienbüro zusätzlich zum Erstgutachten auch die separate Note des Moduls „Methodenkenntnis“ sowie das Bestehen des Moduls „Spezialisierung“ zu übermitteln.
7. Bei Nichtbestehen der Masterarbeit kann dieses Modul einmal wiederholt werden. Das neue Thema der Masterarbeit muss dabei in ausreichendem Zusammenhang mit den Themen der Spezialisierung und der Methodenkenntnis stehen.

3.3.1 Bewertungskriterien

Es gibt einige universelle Bewertungskriterien, allerdings sind kaum alle Kriterien gleichzeitig zu erfüllen. Am wichtigsten sind die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit, der persönliche Einsatz und ein korrektes wissenschaftliches Verhalten. Je besser die erwünschte Note, desto mehr Kriterien, darunter vermehrt auch solche formeller Art, sollten eingehalten werden. Die folgenden Kriterien wurden im Fachbereich zusammengestellt:

1. Schriftliche Form
 - a) Mindeststandards: korrekte Rechtschreibung, Grammatik und Interpunktion, korrekte Zitiertechnik, qualitativ angemessene Quellen.
 - b) Herausragende Qualitätsmerkmale: besondere Stilsicherheit und Klarheit des Ausdrucks, besonderes Erscheinungsbild, z.B. durch aussagekräftige, durchdachte oder aufwändige Grafiken, aktuelle, über die Standardliteratur hinausgehende Quellen.
2. Logische Struktur der Arbeit

3 Wichtige Bemerkungen zur Modulliste

- a) Mindeststandards: klare und ausgewogene Gliederung, Unterscheidung von Wichtigem und Unwichtigem, Einführung in alle für das Thema der Arbeit relevanten Sachverhalte und Begriffe.
- b) Herausragende Qualitätsmerkmale: eigenständige, originelle und aktuelle Hinführung zum Thema, besonders gelungene Einordnung des Themas in den wissenschaftlichen Kontext, Darstellung von Wechselwirkungen mit anderen Forschungsgebieten oder Anwendungen, aussagekräftiger Ausblick.

3. Methoden und Techniken

- a) Mindeststandards: Begründung und korrekte Anwendung der verwendeten Methoden und Techniken, nachvollziehbare Dokumentation der eigenen Arbeiten (Reproduzierbarkeit), korrekte Angabe von Hilfestellungen (z.B. durch Mitarbeiter der Arbeitsgruppe).
- b) Herausragende Qualitätsmerkmale: besonderer Schwierigkeitsgrad der Aufgaben/Techniken unter Berücksichtigung des Abschlusses, kritisches Hinterfragen der verwendeten Techniken und Methoden, besonders originelle und geschickte praktische Umsetzung, herausragende Eigenleistung und besonders persönlicher Einsatz.

4. Ergebnisse der Arbeit

- a) Mindeststandards: präzise und korrekte Beschreibung der selbst erzielten Ergebnisse, Herstellung einer klaren Verbindung zwischen Einzelleistungen und eines Bezugs zur Fragestellung bzw. zur Ausgangslage.
- b) Herausragende Qualitätsmerkmale: eigenständige Untersuchung von Aspekten, die über das eigentliche Thema hinausgehen, detaillierte Diskussion verbliebener offener Fragen, kritische Reflexion der Ergebnisse und aussagekräftiger Ausblick, Bedeutsamkeit des Ergebnisses für die Entwicklung des Fachgebiets bzw. direkte Anwendung des Ergebnisses, externe Präsentation der Ergebnisse auf Fachtagungen bzw. Publikation (in Vorbereitung).

3.4 Beispiele für Studienverlaufpläne

Die folgende Tabelle zeigen typische Studienverlaufpläne bei Studienbeginn sowohl im Winter- als auch im Sommersemester:

Fachsemester	Studienverlaufsplan (Nebenfach: Kernchemie)					Σ
4	Masterarbeit Masterarbeit 29 LP Kolloquium 1 LP					30 LP
3	Spezialisierung 15 LP		Methodenkenntnis 15 LP			30 LP
2	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Fortgeschrittenes Praktikum Teil 2 (4P) 5 LP Teil 1 (4P) 5 LP	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Seminare Seminar 2 (2S) 4 LP	Nebenfach z.B. Chemie Praktikum (5P) 5 LP	31 LP 23 SWS
1	Experimentalphysik 3V + 1Ü 6 LP	Theoretische Physik 4V + 2Ü 9 LP	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Seminare Seminar 1 (2S) 4 LP	Kernchemie (2V+1Ü) 4 LP	29 LP 19 SWS
						120 LP

Fachsemester	Studienverlaufsplan (ohne Nebenfach)					Σ
4	Masterarbeit Masterarbeit 29 LP Kolloquium 1 LP					30 LP
3	Spezialisierung 15 LP		Methodenkenntnis 15 LP			30 LP
2	Fokusvorlesung 1.5V + 0.5Ü 3 LP	Fortgeschrittenes Praktikum Teil 2 (4P) 5 LP Teil 1 (4P) 5 LP	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Seminare Seminar 2 (2S) 4 LP	Fortgeschrittene Theoretische Physik 4V + 2Ü 9 LP	32 LP 22 SWS
1	Experimentalphysik 3V + 1Ü 6 LP	Theoretische Physik 4V + 2Ü 9 LP	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Seminare Seminar 1 (2S) 4 LP	Fokusvorlesung 1.5V + 0.5Ü 3 LP	28 LP 18 SWS
						120 LP

3 Wichtige Bemerkungen zur Modulliste

Fachse- mes- ter	Studienverlaufsplan (mehr Spezialvorlesungen)					Σ
4	Masterarbeit Masterarbeit 29 LP Kolloquium 1 LP					30 LP
3	Spezialisierung 15 LP		Methodenkenntnis 15 LP			30 LP
2	Fokusvorlesung 1.5V + 0.5Ü 3 LP	Fortgeschrittenes Praktikum Teil 2 (4P) 5 LP Teil 1 (4P) 5 LP	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Seminare Seminar 2 4 LP (2S)	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	29 LP 20 SWS
1	Experimentalphysik 3V + 1Ü 6 LP	Theoretische Physik 4V + 2Ü 9 LP	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Seminar 1 4 LP (2S)	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	31 LP 20 SWS
120 LP						

Fachse- mes- ter	Studienverlaufsplan (eine Veranstaltung während der Forschungsphase)					Σ
4	Masterarbeit Masterarbeit 29 LP Kolloquium 1 LP					30 LP
3	Spezialisierung 15 LP		Fokusvorlesung 1.5V + 0.5Ü 3 LP	Methodenkenntnis 15 LP		33 LP 2 SWS
2	Fokusvorlesung 1.5V + 0.5Ü 3 LP	Fortgeschrittenes Praktikum Teil 2 (4P) 5 LP Teil 1 (4P) 5 LP	Seminare Seminar 2 4 LP (2S)		Fortgeschrittene Theoretische Physik 4V + 2Ü 9 LP	26 LP 18 SWS
1	Experimentalphysik 3V + 1Ü 6 LP	Theoretische Physik 4V + 2Ü 9 LP	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	Seminar 1 4 LP (2S)	Spezialvorlesung 3V + 1Ü 6 LP	31 LP 20 SWS
120 LP						

4 Detaillierte Modulbeschreibungen mit Lehrveranstaltungen

4.1 Experimentalphysik

Modul 050	Atom- und Quantenphysik <i>Atomic and Quantum Physics</i>					08.128.050
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Atom- und Quantenphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Kenntnisse der Physik der Atome, Moleküle und Quanten erlangen, • Aufbau von Atomen und einfachen Molekülen sowie deren Wechselwirkung mit Quanten verstehen, • quantenmechanisches Wissen an praktischen Beispielen einsetzen und vertiefen sowie Einblick erhalten in moderne Verfahren der Atomphysik, Spektroskopie und Manipulation von Quantensystemen mit kohärenter Strahlung 						
Inhalte						
<p>Tiefgehende Einführung in die experimentelle Quantenphysik von Atomen und Molekülen und deren Wechselwirkung mit Licht. Die starke Verbindung zwischen Theorie und Experiment in diesem Feld wird erläutert und kann durch die Einbindung von Gastvorlesungen deutlich gemacht werden. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relativistische Effekte und Dirac Gleichung Wasserstoffatom, Einflüsse des Kerns, Atome in äußeren Feldern • Atome in Laserfeldern – Licht-Materie-Wechselwirkung, kohärente und spontane Streuprozesse • Mehrelektronensysteme, Grundlagen der Laserspektroskopie • Manipulation und Fallen für neutrale Atome, Moleküle und Ionen, Ramsey-Methode, Atomuhr • Grundlagen der Molekülphysik 						

Modul 050	Atom- und Quantenphysik <i>Atomic and Quantum Physics</i>	08.128.050
Literatur		
<ul style="list-style-type: none"> • Physics of Atoms and Molecules, B.H. Bransden & C.J. Joachain • Atom- und Quantenphysik, H. Haken & H.C. Wolf • Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper, Demtröder • speziellere Fachliteratur 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)		
		Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote		
		6/180 (BSc) bzw. 6/120 (MSc)
Häufigkeit des Angebots		
		Jährlich im Wintersemester
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter		
		Prof. Dr. F. Schmidt-Kaler, Prof. Dr. K. Wendt
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		
		B.Sc. Physik, M.Sc. Physik, M.Sc. Mathematik
Sonstiges		
		Sprache: Deutsch oder – auf Wunsch – Englisch Wird die Vorlesung in englischer Sprache gehalten, so muss für B.Sc. Studierende die Möglichkeit bestehen, die Prüfungsleistungen in deutscher Sprache durchzuführen. Konkret müssen Klausuren auch in deutscher Sprache zur Verfügung gestellt werden und Übungsaufgaben können auch in deutscher Sprache eingereicht werden.[2ex]

Modul 055	Kern- und Teilchenphysik <i>Nuclear and Particle Physics</i>					08.128.055
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Kern- und Elementarteilchenphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen u.a.:						
<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Kenntnisse der Physik der elementaren Bausteine der Materie, der daraus aufgebauten Mesonen, Baryonen und Kerne und der entsprechenden fundamentalen und effektiven Wechselwirkungen gewinnen, • die Bedeutung von Streureaktionen, Symmetrien, Modellbildungen bei komplexen Systemen und erstmals Methoden der Störungsrechnung (Feynman-Diagramme) beispielhaft verstehen, • das gegenwärtige Bild des Aufbaus der Materie begreifen und entsprechende Schlüsselexperimente nachvollziehen. 						
Inhalte						
Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen:						
<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften, Stabilität, Aufbau, Gestalt und Anregungen von Kernen, Kernkräfte; • elastische, inelastische und tiefinelastische Streureaktionen; • starke, schwache und elektro-schwache Wechselwirkungen; • Einführung in das Standardmodell der Teilchenphysik; • ep, pp und e^+e^- Reaktionen; gebundene Zustände (Quarkonia, Mesonen, Baryonen); • Bedeutung von Symmetrien für die Klassifikation von Teilchen und Reaktionen. 						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • Povh, Rith, Scholz "Teilchen und Kerne" (DOI: 10.1007/978-3-642-37822-5) • Diverse andere Lehrbücher zur Kern- und Teilchenphysik 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/180 (BSc) bzw. 6/120 (MSc)						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. M. Schott, Prof. Dr. W. Gradl						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
B.Sc. Physik, M.Sc. Physik, M.Sc. Mathematik						

Modul 055	Kern- und Teilchenphysik <i>Nuclear and Particle Physics</i>	08.128.055
Sonstiges	Sprache: Deutsch oder – auf Wunsch – Englisch Wird die Vorlesung in englischer Sprache gehalten, so muss für B.Sc. Studierende die Möglichkeit bestehen, die Prüfungsleistungen in deutscher Sprache durchzuführen. Konkret müssen Klausuren auch in deutscher Sprache zur Verfügung gestellt werden und Übungsaufgaben können auch in deutscher Sprache eingereicht werden.[2ex]	

Modul 060	Physik kondensierter Materie <i>Condensed Matter Physics</i>					08.128.060
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Physik kondensierter Materie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Nach Abschluss des Moduls „Physik der kondensierten Materie“ sollen die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> wichtige Kenntnisse zum Zusammenspiel der Komponenten und Zustände kondensierter Materie, sowie der elementaren Anregungen, bis hin zur Funktion in komplexen Zusammenhängen besitzen und wesentliche Elemente und Konzepte der Quantenmechanik und Statistischer Mechanik heranziehen können, um die Vielkörpurnatur der Erscheinungen zu beschreiben. <p>Die Vorlesung legt die Grundlagen zu einem umfassenden Verständnis materialwissenschaftlicher Fragen und zur Erklärung der Effekte, auf denen zahllose technische Anwendungen der modernen Physik kondensierter Materie beruhen.</p>						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> Strukturänderungsprozesse: Modellsysteme, Nukleation, Wachstum, Glasübergang Elektronen im Festkörper: Ein-Elektronen-Modelle, freies Elektronengas, Bändermodell, Halbleiter, spezifische Wärme von Metallen, anharmonische Effekte, Wärmeleitung Korrelierte Elektronensysteme: Magnetismus, Supraleitung, schwere Fermionen Anwendungen: Oberflächen, Spektroskopie 						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> Lehrbücher der Festkörperphysik: Ibach-Lüth, Kittel 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/180 (BSc) bzw. 6/120 (MSc)						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. Th. Palberg, Prof. Dr. G. Schönhense						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
B.Sc. Physik, M.Sc. Physik, M.Sc. Mathematik						

Modul 060	Physik kondensierter Materie <i>Condensed Matter Physics</i>	08.128.060
Sonstiges		Sprache: Deutsch oder – auf Wunsch – Englisch Wird die Vorlesung in englischer Sprache gehalten, so muss für B.Sc. Studierende die Möglichkeit bestehen, die Prüfungsleistungen in deutscher Sprache durchzuführen. Konkret müssen Klausuren auch in deutscher Sprache zur Verfügung gestellt werden und Übungsaufgaben können auch in deutscher Sprache eingereicht werden.[2ex]

4.2 Theoretische Physik

Modul Th5	Theoretische Physik 5 <i>Advanced Quantum Mechanics</i>					08.128.151
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	W					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Höhere Quantenmechanik“		1	P		207	9 LP
Vorlesung	V			4 SWS		
Übung	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Das Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studierenden mit fortgeschrittenen Methoden der Quantenmechanik vertraut zu machen. In diesem Zusammenhang werden Grundbegriffe der klassischen und relativistischen Quantenfeldtheorie behandelt. Die Studierenden werden hierdurch näher an aktuelle Forschungsfelder herangeführt. In ca. 1/3 der Vorlesung setzen die Dozent/innen auch eigene Themenschwerpunkte.						
Inhalte						
Die folgenden Themen werden u.a. behandelt:						
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Streutheorie (wünschenswert)</i>: Lippmann-Schwinger Gleichung, optisches Theorem, Bornsche Näherung, Streumatrix, Partialwellenzerlegung. • <i>Vielteilchensysteme</i>: Fock-Raum und Leiteroperatoren für Bosonen und Fermionen, kanonischer Formalismus, kanonische Kommutatorrelationen, Hartree-Fock-Näherung. • <i>Nicht-relativistische Materie in Wechselwirkung mit dem Strahlungsfeld (wünschenswert)</i>: Emission und Absorption von Photonen durch Atome, Streuung von Photonen an Atomen. • <i>Relativistische Quantenfeldtheorie</i>: Klein-Gordon und Dirac-Gleichung, zugehörige Lagrange-Dichten. Wünschenswert: Ankopplung an das Strahlungsfeld. • <i>Vertiefungsbereich</i>: Themen die je nach Dozenten/Dozentin variieren können. Mögliche Gebiete: <ul style="list-style-type: none"> – Einführung in den Formalismus der Pfadintegrale. – Beispiele aus der Vielteilchentheorie, z.B. BCS-Theorie der Supraleitung. – Quantenoptik. – Vertiefung Gruppentheorie (Poincaré-Gruppe, Darstellungstheorie, Wigner Theorem, zentrale Ladungen, Symmetriebrechung). – Weyl-Gleichung und Weyl-Spinoren. – Wasserstoffatom relativistisch. – Nichtrelativistischer Grenzfall der relativistischen Theorie, Foldy-Wouthuysen Transformation, relativistische Korrekturen, Ursprung der Spin-Bahn Kopplung. 						
Literatur						
Lehrbücher der Theoretischen Physik, z.B. F. Schwabl, Quantenmechanik für Fortgeschrittene; W. Nolting, Theoretische Physik 7; J.J. Sakurai, Advanced Quantum Mechanics; J.D. Bjorken und S.D. Drell, Relativistische Quantenmechanik; S. Weinberg; Relativistische Quantenmechanik; M. Stone, The physics of quantum fields.						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul Th5	Theoretische Physik 5 <i>Advanced Quantum Mechanics</i>	08.128.151
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Theorie 1-3	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/180 (BSc) bzw. 9/120 (MSc)	
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. S. Weinzierl	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	B.Sc. Physik, M.Sc. Physik, B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch oder – auf Wunsch – Englisch. Wird die Vorlesung in englischer Sprache gehalten, so muss für B.Sc. Studierende die Möglichkeit bestehen, die Prüfungsleistungen in deutscher Sprache durchzuführen. Konkret müssen Klausuren auch in deutscher Sprache zur Verfügung gestellt werden und Übungsaufgaben können auch in deutscher Sprache eingereicht werden.	

Modul 165	Relativistische Quantenfeldtheorie <i>Relativistic Quantum Field Theory</i>		08.128.165			
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Relativistische Quantenfeldtheorie“ (WP)		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die relativistische Quantenfeldtheorie bildet die Grundlage für das Standardmodell der Teilchenphysik und ist für ein Verständnis der modernen Teilchen- und Hadronenphysik unabdingbar. Diese Vorlesung richtet sich an theoretisch interessierte Studierende, die in das Gebiet der Teilchen- und Hadronenphysik einsteigen möchten. Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse in der relativistischen Quantenfeldtheorie, auf die spätere spezielle bzw. vertiefende Vorlesungen aufbauen können.						
Inhalte						
Pfadintegrale, Grassmannzahlen, Quantisierung des Klein-Gordon-, Dirac- und Maxwell-Feldes, wechselwirkende Felder, Wick'sches Theorem, Feynmanregeln, Wirkungsquerschnitte, S-Matrix, LSZ-Reduktionsformel, Grundzüge und Ausblick auf nichtabelsche Eichtheorien und spontane Symmetriebrechung.						
Literatur						
Lehrbücher der Theoretischen Physik, z.B. <ul style="list-style-type: none"> • M.E. Peskin und D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory. • M.D. Schwartz, Quantum Field Theory and the Standard Model 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
9/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. S. Weinzierl						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics, M.Sc. Mathematik						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

Modul 170	Höhere Statistische Physik <i>Advanced Statistical Physics</i>					08.128.170
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Höhere Statistische Physik“ (WP)		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Erlernen fortgeschrittener Konzepte und Anwendungen der statistischen Physik. Erlernen zentraler Konzepte der Physik von Systemen und Materialien, deren Verhalten von großen Fluktuationen dominiert ist, wie z.B. alle Flüssigkeiten, viele Kunststoffe, Membranen, und die meisten Biomaterialien, aber auch Systeme außerhalb der Naturwissenschaften (z.B. Börse). Der Schwerpunkt soll auf allgemeinen Prinzipien liegen, die übergreifende Bedeutung haben, wie etwa Symmetrien, kooperative Prozesse und Phasenübergänge, Skalen und Skalenfreiheit, und das Konzept der Vergrößerung. Die konkreten Materialbeispiele orientieren sich an der Forschung in Mainz und stammen zum größeren Teil aus dem Bereich der „weichen Materie“.</p>						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen einer statistischen Beschreibung komplexer Systeme im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht: Lineare Antwort und Transport, stochastische Prozesse, Struktur, Korrelationen und Streuung; • Modellbildung: Symmetrien und Erhaltungssätze, Konzepte der Vergrößerung (Reduktion von Freiheitsgraden); • Phasenübergänge, Mean-Field Ansätze, Landau-Theorie, Fluktuationen und kritische Exponenten, Skaleninvarianz und Renormierung, evtl. Grundbegriffe der statistischen Feldtheorie. <p>Weitere Themen orientieren sich an den Präferenzen der Dozenten. Möglichkeiten sind etwa: Eine vertiefte Behandlung von Nichtgleichgewichtsthermodynamik, stochastische Thermodynamik. Ungeordnete Systeme und Gläser. Grundbegriffe der Hydrodynamik bei kleinen Reynoldszahlen. Statistische Physik komplexer weicher Materialien (z.B. Polymere, selbstassemblierende Systeme, Membranen, Flüssigkristalle, kolloidale Systeme, geladene Systeme, verschlaufte Systeme, Biomoleküle, Biomaterialien). Interdisziplinäre Anwendungen der statistischen Physik (z.B. Finanzphysik).</p>						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • Chaikin/Lubensky: Principles of Condensed Matter Physics. • Plischke/Bergersen: Equilibrium Statistical Physics. • Landau-Lifshitz: Theoretische Physik Band V und IX. • Goldenfeld: Lectures on phase transitions and the renormalization group. • Paul/Baschnagel: Stochastic processes. From physics to finance. • Risken: The Fokker-Planck equation. 						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 170	Höhere Statistische Physik <i>Advanced Statistical Physics</i>	08.128.170
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	Mindestens einmal im Jahr	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. F. Schmid	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics, M.Sc. Mathematik	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 175	Theoretische Quantenoptik und Vielteilchenphysik <i>Theoretical quantum optics and many body physics</i>					08.128.175
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Theoretische Quantenoptik und Vielteilchenphysik“ (WP)		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fortgeschrittene Methoden der Theoretischen Quantenphysik anwenden können, • mit der Interpretation, Untersuchung und Formulierung von Quantenfeldtheorien vertraut sein, • die wichtigsten Phänomene und Modelle der Vielteilchentheorie und der Theoretischen Quantenoptik kennen. <p>Die Studierenden werden durch das Modul näher an aktuelle Forschungsfelder herangeführt.</p>						
Inhalte						
<p>Die Vorlesung bietet eine tiefgehende theoretische Einführung in die überlappenden Felder der theoretischen Vielteilchenphysik, der Quantenoptik und der Festkörpertheorie. Sie gibt ebenfalls einen Einstieg in die aktuellen Themen der Quanteninformationsverarbeitung, ultrakalte Quantengase und Photonik. Die starke Verbindung zwischen Theorie und Experiment in diesen Bereichen wird durch gelegentliche, ergänzende Gastvorlesungen zu ausgewählten experimentellen Themen deutlich gemacht.</p> <p>Auswahl der Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: die Einteilchen- und die Vielteilchen-Schrödinger-Gleichung, der Spin und seine physikalischen Konsequenzen, Fermionen und Bosonen, Green-Funktionen • Vielteilchentheorie: Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren, Observablen, Quantenfeldtheorie, Anwendungen (wechselwirkendes Fermi-Gas, wechselwirkendes Bose-Gas, ultrakalte Quantengase, 4He), Kohärente Zustände, Pfadintegrale • Die Quantentheorie des Strahlungsfeldes: das klassische Maxwell-Feld, Lagrange- und Hamilton-Formalismus, Quantisierung des Strahlungsfeldes, Wechselwirkung des quantisierten Strahlungsfeldes mit Materie, Casimir-Effekt, Rayleigh- und Thomson-Streuung, Raman-Effekt • Quantenoptik: Photonenstatistik, Photon antibunching, kohärente Zustände, gequetschtes Licht, Fock-Zustände, Atome in optischen Resonatoren, Quanteninformation (Kryptographie, Rechner, Teleportation) • Methoden und Modelle der Quantenoptik: kohärente Wechselwirkungen, Operatoren, Operatoridentitäten und Basiszustände, Quantenstatistik, charakteristische Funktionen, Quasiwahrscheinlichkeitsverteilungen, dissipative Prozesse, Spin-Boson-Modell, Mastergleichungen, dressed states. 						

Modul 175	Theoretische Quantenoptik und Vielteilchenphysik <i>Theoretical quantum optics and many body physics</i>	08.128.175
Literatur		
<ul style="list-style-type: none"> • F. Schwabl, Quantenmechanik für Fortgeschrittene, Springer-Verlag, Berlin, 1997. • J. J. Sakurai, Advanced Quantum Mechanics, Addison Wesley, Reading, 1967. • S. M. Barnett, P.M. Radmore, Methods in Theoretical Quantum Optics, Oxford Univ. Press, Oxford, 2002. • M. Fox, Quantum Optics, Oxford Univ. Press, Oxford, 2006. • M. A. Nielsen, I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2000. • M. Lewenstein, A. Sanpera, V. Ahufinger, Ultracold atoms in optical lattices, Oxford Univ. Press, Oxford, 2012. • J. W. Negele, H. Orland, Quantum Many-particle Systems, Perseus Books, New York, 1994. • R. Loudon, The Quantum Theory of Light, Oxford Univ. Press, Oxford, 2000. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau der Lehrveranstaltungen Theoretische Physik 1-5 des Bachelor-Studiengangs	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. P. van Dongen, Prof. Dr. P. van Loock	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics, M.Sc. Mathematik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 180	Theoretical solid state physics <i>Theoretical solid state physics</i>					08.128.180
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Theoretical solid state physics“ (WP)		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Students will get acquainted with basic and advanced concepts and methods of theoretical solid state physics. They will learn fundamentals concepts of the atomic and electronic structure theory of solids that explain the stability of matter, how the symmetries of crystals govern many properties of matter, the dynamics and transport of electrons in solids, the basic optical properties of solid matter, and the basic concepts behind broken symmetry ordered states of solid matter such as magnetism and superconductivity. The class will provide the basic knowledge to prepare students for more advanced classes in solid state theory and for conducting a master thesis in Condensed Matter Theory or Experiment.						
Inhalte						
Basic Drude and Sommerfeld theory of metals, Crystal symmetries, Reciprocal lattice, Theory of experimental determination of crystals, Crystal binding, Phonons, Free Electron gas, Bloch's theorem and the band structure of solids, Methods for calculating band structure, Fermi surface, Classification of conductors and semiconductors, Effects of electron-electron interactions, basic theory of transport and optical properties of solids, Introduction to basic ordered phases of solids such as magnetism and superconductivity.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • Charles Kittel: Introduction to Solid State Physics, Wiley • Michael P. Marder, Condensed Matter Physics, Wiley • Neil W. Ashcroft and N. David Mermin: Solid State Physics, Saunders College 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
9/120						
Häufigkeit des Angebots						
Mindestens einmal im Jahr						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. J. Sinova						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

4.3 Praktika und Seminare

Modul 620	Fortgeschrittenen Praktikum <i>Advanced Laboratory</i>					M.08.128.620
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	10 LP = 300 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Fortgeschrittenes Laborprojekt 1 (P)	Pr	2	P	4 SWS	108 h	5 LP
b) Fortgeschrittenes Laborprojekt 2 (P)	Pr	2	P	4 SWS	108 h	5 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Pr					
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Portfolio über die Projekte von Teil 1 bzw. Teil 2					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Dieses Modul soll die Studierenden an fortgeschrittenes Arbeiten in experimentellen und numerisch-theoretischen Bereichen der Physik heranführen wie sie in der aktuellen Forschung des Instituts aktuell stattfinden. Dies wird in der Durchführung anspruchsvoller Projekte in einer frei wählbaren Arbeitsgruppe unter Betreuung von erfahrenen Assistenten eingeübt.</p> <p>Im Vergleich zum Fortgeschrittenen-Praktikum des Bachelor-Studiengangs liegt größeres Gewicht auf Selbständigkeit und aktueller Forschung.</p>						
Inhalte						
<p>Das Format der Projekte ist recht flexibel bzgl. Inhalt, Durchführung und Gestaltung, muss aber durch die Praktikumsleitung genehmigt werden. Zwingende Kriterien sind allerdings, dass das Thema aus der modernen Physik gewählt ist, die Dauer ca. 60h Laborarbeit nicht überschreitet und die Themen sich nicht mit dem Thema der Bachelorarbeit bzw. dem anderen Projekt in diesem Modul nicht überschneiden.</p> <p>Projekte können in allen Arbeitskreisen mit physikalischer Ausrichtung durchgeführt werden. Arbeiten an externen Einrichtungen (z.B. Großforschungsanlagen) sind möglich.</p>						
Literatur						
Spezifische Literatur und Anleitungen durch Projektverantwortliche						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Deutsch/Englisch Prüfungssprache Deutsch/Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
10/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. W. Gradl						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						

Modul 630	Seminare <i>Seminars</i>					M.08.128.630	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	8 LP = 240 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Seminar 1 (P)	HS	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
b) Seminar 2 (P)	HS	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit	HS						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Die Benotung beruht jeweils auf den Vorträgen in Seminar 1 und Seminar 2 (Modulteilprüfungen)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Ziel der Seminare ist das Erlernen und Üben von Vortragskompetenz an Hand der Vorstellung von aktuellen Themen moderner Physik. Im Zentrum stehen <ul style="list-style-type: none"> • das Erlernen und Üben von Präsentationstechniken und Vortragskompetenz und • die Auseinandersetzung mit den physikalischen Inhalten. Im zweiten Teil des Seminars erfolgt eine vertiefende Auseinandersetzung mit aktuellen Fragestellungen der physikalischen Forschung.							
Inhalte							
a) Studentische Vorträge über Themen aus einem breiten Spektrum moderner experimenteller und theoretischer Physik. b) Studentische Vorträge mit speziellen, aktuellen Themen aus den experimentellen oder theoretischen Arbeitsgebieten des Fachbereichs. Es werden i.d.R. mehrere Seminare mit experimentellen oder theoretischen Themenschwerpunkten aus den Bereichen Atomphysik, Kondensierte Materie und Kern- und Teilchenphysik zur Auswahl angeboten.							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Englisch			
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				8/120			
Häufigkeit des Angebots				Jedes Semester			
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				Prof. Dr. W. Gradl			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				M.Sc. Physics			
Sonstiges				Sprache: Englisch			

4.4 Spezialvorlesungen

4.4.1 Physik kondensierter Materie

Modul 720	Modul Spezialvorlesungen: „Ausgewählte Kapitel der Festkörperphysik“ <i>Module Topical Courses: „Selected topics in Condensed Matter Physics“</i>					08.128.720
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Ausgewählte Kapitel der Festkörperphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Studierenden sollen an einige speziellere Probleme moderner Physik kondensierter Materie herangeführt werden, um die Basis für die Befassung mit forschungsnahen Themen (in Spezialvorlesung II und Vertiefende Vorlesung) zu schaffen. Magnetismus und Supraleitung beruhen auf dem korrelierten Verhalten der Festkörperelektronen und bilden die Basis moderner Elektronik und Informationstechnologie. Oberflächenphysik ist etwa für ein vertieftes Verständnis von Miniaturisierungsprozessen aber auch bei der Entwicklung von neuen diagnostischen Methoden sehr wichtig. Weiche Materie mit ihrer inneren Struktur und ihren verblüffenden Eigenschaften bildet stark expandierendes Feld von Anwendungen in unmittelbarem Kontakt auch zu anderen Disziplinen wie Chemie, Biologie und Medizin. Durch die Beschäftigung mit einem oder mehreren dieser speziellen Problemfelder soll eine gute Grundlage geschaffen werden, um eine Masterarbeit im Bereich Physik Kondensierter Materie erfolgreich durchführen zu können.</p>						
Inhalte						
Je nach Dozent erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf die Themen Magnetismus, Oberflächenphysik, Supraleitung, schwere Fermionen, angewandte Festkörperphysik, Weiche Materie.						
Literatur						
Lehrbücher der Physik kondensierter Materie, Sommerschulprogramme, forschungsnaher Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls			Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik „Physik kondensierter Materie“			
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)			Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch			
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote			6/120			
Häufigkeit des Angebots			Jedes Sommersemester			
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter			Prof. Dr. T. Palberg, Prof. Dr. M. Kläui			

Modul 720	Modul Spezialvorlesungen: „Ausgewählte Kapitel der Festkörperphysik“ <i>Module Topical Courses: „Selected topics in Condensed Matter Physics“</i>	08.128.720
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 721	Modul Spezialvorlesungen: „Moderne Methoden der Physik kondensierter Materie“ <i>Module Topical Courses: „Modern Experimental Methods in Condensed Matter Physics“</i>					08.128.721
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Moderne Methoden der Physik kondensierter Materie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Den Studierenden sollen mittels einer Auswahl wichtiger experimenteller Techniken zur Untersuchung kondensierter Materie die physikalischen Grundlagen und speziellen Aspekte moderner Methoden der Materialforschung nahe gebracht werden. Hierzu können spektroskopische Methoden, Streumethoden, moderne Mikroskopieverfahren, Rastersondentechniken aber auch anwendungsnahe Materialanalyse gehören, genauso wie Probenpräparationstechniken und Herstellungsverfahren. An einem oder an mehreren dieser Themen soll ein vertieftes Verständnis für ein forschungsnahes Spezialgebiet der kondensierten Materie entstehen, das eine gute Grundlage darstellt, um auf einem verwandten Gebiet der Physik eine Masterarbeit erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Je nach Dozentin oder Dozent erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf die Themen spektroskopische Methoden, Streumethoden, moderne Mikroskopieverfahren, Rastersondentechniken, anwendungsnahe Materialanalyse, Probenpräparationstechniken, Herstellungsverfahren.						
Literatur						
Speziellere Lehrbücher der Materialwissenschaft und der kondensierten Materie, Lehrbücher zu speziellen Verfahren, Sommerschulprogramme, Forschungsnahe Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik „Physik kondensierter Materie“					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. T. Palberg, Prof. Dr. M. Kläui					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 722	Modul Spezialvorlesungen: „Materialwissenschaften“ <i>Module Topical Courses: „Materials Science“</i>					08.128.722
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Materialwissenschaften“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Den Studierenden sollen die physikalischen Grundlagen der Materialforschung nahe gebracht werden, die zu einem Verständnis der Eigenschaften neuartiger Materialien führen, insbesondere auf Nanometer- und atomarer Skala. Das Spektrum geeigneter Themen umfasst z.B. Struktur und Eigenschaften von funktionellen Materialien, Nanomaterialien, Flüssigkeiten und weiche Materialien, Gläser, funktionalisierte Oberflächen, Phasenübergänge, Grundlagen und Konzepte neuer Materialien für die Anwendung sowie moderne Methoden der Materialforschung, An einem oder an mehreren speziellen Themen soll ein vertieftes Verständnis für ein forschungsnahes Spezialgebiet der kondensierten Materie entstehen, das eine gute Grundlage darstellt, um auf diesem oder einem verwandten Gebiet der Physik eine Masterarbeit erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Je nach Dozentin oder Dozent erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf die Themen moderne Methoden der Materialforschung, Struktur und Eigenschaften von funktionellen Materialien, Nanomaterialien, Flüssigkeiten und weiche Materialien, Gläser, funktionalisierte Oberflächen, Phasenumwandlungen, Grundlagen und Konzepte neuer Materialien für Anwendungen in den Bereichen: Information, Sensorik, Energie und Biologie/Medizin.						
Literatur						
Speziellere Lehrbücher der Materialwissenschaft und der kondensierten Materie, Lehrbücher zu speziellen Materialien, Sommerschulprogramme, Forschungsnahe Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik „Physik kondensierter Materie“					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. T. Palberg, Prof. Dr. M. Kläui					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul AdvMat	Modul Spezialvorlesungen: „Introduction to Advanced Materials - from soft matter to hard matter“ <i>Module Topical Courses: „Introduction to Advanced Materials - from soft matter to hard matter“</i>					08.128.7012
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Introduction to Advanced Materials - from soft matter to hard matter“ (WP) Vorlesung Übung	V Ü	1 (2)	WP	3 SWS 1 SWS	138 h	6 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Den Studierenden sollen die Grundlagen der Physik und Chemie harter und weicher Materie nahe gebracht werden. Insbesondere soll ein Verständnis darüber erzielt werden, wie die Größe, die nanoskopische Anordnung sowie die Wechselwirkungsenergie der atomaren, molekularen und makromolekularen bzw. kolloidalen Bausteine die Materialeigenschaften bestimmt. Als universelle Analyseverfahren wird Streuung eingeführt, was sich sowohl zur Untersuchung von harter, als auch von weicher Materie eignet. Für die weiche Materie erfolgt überdies eine Einführung in die Rheologie. An einem oder an mehreren speziellen Themen soll ein vertieftes Verständnis für ein forschungsnahes Spezialgebiet der kondensierten Materie entstehen, das eine gute Grundlage darstellt, eine Masterarbeit erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Kristallstrukturen, Gitterschwingungen und Gitterdefekte • Einführung in weiche Materie inklusive Polymere • Einführung in Streuung mit Photonen, Neutronen und Elektronen zur Untersuchung von Kristallen, Polymeren und magnetischen Systemen • Einführung in die Rheologie von Polymeren • Einführung in den Magnetismus 						
Literatur						
C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, R. Gross: Festkörperphysik, R. A. J. Jones: Soft Condensed Matter, M. Rubinstein & R. H. Colby: Polymer Physics; S. Blundell: Magnetism in Condensed Matter						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Ex-C „Physik kondensierter Materie“					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	In der Regel jährlich					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Kläui					

Modul AdvMat	Modul Spezialvorlesungen: „Introduction to Advanced Materials - from soft matter to hard matter“ <i>Module Topical Courses: „Introduction to Advanced Materials - from soft matter to hard matter“</i>	08.128.7012
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 7014	Modul Spezialvorlesungen: „Quantum Spintronics“ <i>Module Topical Courses: „Quantum Spintronics“</i>					08.128.7014
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Quantum Spintronics“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Den Studierenden sollen die physikalischen Grundlagen des Magnetismus von klassischen makroskopischen Beschreibungen bis zum quantenmechanischen Einzelspin nahe gebracht werden. Insbesondere soll ein Verständnis erzielt werden, wie einzelne Elektronen im Festkörper durch die Austauschkopplung zu einer makroskopischen Magnetisierung führen. Die Dynamik von Spins wird klassisch als auch quantenmechanisch besprochen und Methoden zur Messung werden erklärt. Auf der Anwendungsseite wird energiesparende Magnetoelektronik für Speicher, Sensorik und Logik eingeführt und Spin-basierte Qubits werden erklärt. Studenten werden die Konzepte von emergenten Phänomenen und den Übergang von klassischen und quantenmechanischen Effekten im Beispiel des Spin verstehen und das Anwendungspotential abschätzen können. An einem oder an mehreren speziellen Themen soll ein vertieftes Verständnis für ein forschungsnahes Spezialgebiet der kondensierten Materie entstehen, das eine gute Grundlage darstellt, eine Masterarbeit erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Einzel-Spins und resultierende magnetische Momente, Spin Ensembles und thermodynamische Effekte, Kopplung von Spins, Spindynamik, Mikromagnetismus, Spin Torque Effekte, Spin Transport und Magnetowiderstandseffekte, Realisierung von QuBits mit Spins, Messmethoden für Spins, Anwendungen von Spin.						
Literatur						
Speziellere Lehrbücher der kondensierten Materie, Lehrbücher zu Magnetismus, S. Blundell: Magnetism in Condensed Matter, J. M. D. Coey: Magnetism and Magnetic Materials, J. Stöhr & H. c. Siegmann: Magnetism – from fundamentals to nanoscale dynamics, speziellen Materialien, Sommerschulprogramme, Forschungsnahe Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik „Physik kondensierter Materie“		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots				In der Regel jährlich		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				Prof. Dr. M. Kläui		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				M.Sc. Physics		

Modul 7014	Modul Spezialvorlesungen: „Quantum Spintronics“ <i>Module Topical Courses: „Quantum Spintronics“</i>	08.128.7014
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 7013	Modul Spezialvorlesungen: „Superconductivity“ <i>Module Topical Courses: „Superconductivity“</i>					08.128.7013
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Superconductivity“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Den Studierenden sollen die physikalischen Grundlagen der Supraleitung nahe gebracht werden, insbesondere soll ein Verständnis erzielt werden, wie die unabhängigen einzelnen Elektronen im Festkörper zu einem makroskopischen Quantenzustand kondensieren, welche Symmetrie des Ordnungsparameters damit verknüpft ist, und wie dieser bestimmt wird. Die Studierenden sollen die Transporteigenschaften des supraleitenden Grundzustandes verstehen im Hinblick auf die Möglichkeiten des dissipationsfreien Transportes und die Realisierung supraleitender Quantenphänomene in Form ultrasensitiver Sensoren oder Qubits. An einem oder an mehreren speziellen Themen soll ein vertieftes Verständnis für ein forschungsnahes Spezialgebiet der kondensierten Materie entstehen, das eine gute Grundlage darstellt, eine Masterarbeit erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Elektronen in Festkörpern, BCS-Theorie zur Cooper Paar Bildung und Kondensation in den Grundzustand, Phasenübergang und Transporteigenschaften in Ginzburg-Landau Theorie, Typ I und Typ II Supraleiter, der Josephson Effekt und seine Anwendungen in ultrasensitiven Sensoren und als Spannungsnormale, kritische Ströme in Supraleitern, supraleitende Magnete, supraleitende Qubits, Hochtemperatursupraleitung, Transport in zweidimensionalen Systemen, verwandte Quanteneffekte wie Quanten Hall Effekt.						
Literatur						
Speziellere Lehrbücher der kondensierten Materie, Lehrbücher zur Supraleitung, Tinkham: Introduction to Superconductivity; Kleiner+Buckel: Superconductivity, spezielle Materialien, Sommerschulprogramme, Forschungsnahe Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik „Physik kondensierter Materie“					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	In der Regel jährlich					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. G. Jakob, Prof. Dr. M. Jourdan					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 752	Modul Spezialvorlesungen: „Nonequilibrium phenomena in quantum matter“ <i>Module Topical Courses: „Nonequilibrium phenomena in quantum matter“</i>					08.128.752
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Nonequilibrium phenomena in quantum matter“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Vorlesung befasst sich mit Nicht-Gleichgewichtsphänomenen in Festkörpern, mit Fokus auf Systeme mit makroskopischen Quantengrundzuständen wie Supraleitung, Ladungs-/Spin-dichtewellen, Ferro- und Antiferromagnetismus. Diese Zustände können, mit dem sogenannten "Pump-Probe-Ansatz, durch optische Impulse im Femtosekundenbereich untersucht und manipuliert werden. Die Entwicklungen auf dem Gebiet der Femtosekunden-Laser-Technologie und Spektroskopischen Methoden in den letzten zwei Jahrzehnten haben Untersuchungen des Femtosekunden-Umschaltens der Magnetisierung, Beobachtungen von Higgs-Moden in Supraleitern sowie Licht-induzierte Verstärkung der Supraleitung ermöglicht.</p> <p>Nach der Einführung des allgemeinen Prinzips der "Pump-Probe-Spektroskopie werden mehrere Fallstudien diskutiert. Hier werden verschiedene experimentelle Techniken (THz-Spektroskopie, ultraschnelle Elektronenbeugung, zeitaufgelöste Photoemission usw.) angewendet, um einen der oben genannten makroskopischen Quantenzustände zu untersuchen. Auf diese Weise werden die Grundlagen der nichtlinearen Optik, die neuartige laserbasierte Techniken (die sowohl im Labor als auch in Großforschungs-Einrichtungen im Einsatz sind) ermöglicht und verschiedene Materialklassen mit faszinierenden Funktionseigenschaften behandelt.</p> <p>Die Vorlesung soll einen breiten Überblick über Techniken und Nichtgleichgewichtsphänomene in korrelierten Festkörpern geben und somit eine solide Grundlage für Masterarbeiten in mehreren Bereichen der Festkörperphysik darstellen.</p>						
Inhalte						
Grundlagen der nichtlinearen Optik & Ultraschnelle Laser; Prinzipien der Femtosekunden-Echtzeitspektroskopie und Modulationstechniken; Femtosekunden-Thermo-Modulation in Metallen; THz-Erzeugung und THz-Zeitbereichsspektroskopie; Grundlagen der Supraleitung; Elektrodynamik der Systeme mit gebrochener Symmetrie; Dynamik der supraleitenden Energielücke; Mikrowellen-induzierte Verstärkung der Supraleitung; Kollektive (Higgs) Moden in Supraleitern; Grundlagen der Ladungs- und Spin-dichtewellen; Zeitaufgelöste Photoelektronen Spektroskopie; Femtosekunden-Röntgen- und Elektronenbeugung; Magnetisierungsdynamik und optisch-induziertes Schalten der Magnetisierung.						
Literatur						
B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley, 1991; Kittel: Introduction to Solid State physics; M. Dressel and G. Grüner: Electrodynamics of Solids; S. Blundell: "Magnetism in Condensed Matter"; Oxford Master Series in Physics; M. Tinkham: Introduction to Superconductivity; G. Grüner: Density waves in solids; spezielle Übersichtsartikel, Forschungsnahe Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 752	Modul Spezialvorlesungen: „Nonequilibrium phenomena in quantum matter“ <i>Module Topical Courses: „Nonequilibrium phenomena in quantum matter“</i>	08.128.752
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik „Physik kondensierter Materie“	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Normalerweise jedes dritte Semester.	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. J. Demsar	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 723	Modul Spezialvorlesungen: „Einführung in die Theorie kondensierter Materie“ <i>Module Topical Courses: „Introduction to Condensed Matter Theory“</i>					08.128.723
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Einführung in die Theorie kondensierter Materie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Aufbauend auf Quantenmechanik und statistische Thermodynamik, sollen die zentralen Konzepte der Beschreibung kristallisierter Festkörper dargestellt werden. Ausgehend von Gitterperiodizität und Kristallsymmetrie, sollen Konzepte wie die elektronische Struktur (Elektron im Kristallfeldpotential) sowie elementare Anregungen (Phononen, Magnonen, Plasmonen, etc.) und deren Konsequenzen für diverse physikalische Eigenschaften fester Körper bei tiefen Temperaturen verstanden werden. Damit soll eine Basis geschaffen werden, um sich mit forschungsnahen Themen auf dem Gebiet der Theorie kondensierter Materie befassen zu können.</p>						
Inhalte						
<p>Kristallstruktur, Symmetrie, das Konzept des „reziproken Gitters“, Gitterdynamik in harmonischer Näherung (klassisch und quantenmechanisch), Zusammenhang mit elastischen Konstanten, Elektronen im Kristallfeld (Bloch- und Wannierfunktionen, Energiebänder, etc.), grundlegende Konzepte über Magnetismus, Magnonen, etc. Außerdem (je nach Wahl des Dozenten) ausgewählte fortgeschrittene Themen (z.B. Streutheorie an Festkörpern, Elektron-Phonon-Wechselwirkung, Plasmonen und dielektrische Response, etc.).</p>						
Literatur						
Lehrbücher der Theorie kondensierter Materie						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Kenntnisse auf dem Niveau der Lehrveranstaltungen Theoretische Physik 1-5 des Bachelor-Studiengangs		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots				Jedes Sommersemester		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				Prof. Dr. P. van Dongen		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				M.Sc. Physics		
Sonstiges				Sprache: Englisch		

Modul 724	Modul Spezialvorlesungen: „Ausgewählte Kapitel der Theorie kondensierter Materie“ <i>Module Topical Courses: „Selected Chapters of Condensed Matter Theory“</i>					08.128.724
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Ausgewählte Kapitel der Theorie kondensierter Materie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Aufbauend auf statistischer Thermodynamik und/oder Quantenmechanik der Vielteilchensysteme, sollten die Studierenden an spezielle Themen der Theorie „harter“ kondensierter Materie herangeführt werden. Themenschwerpunkte umfassen beispielsweise die Theorie korrelierter Fermionen, moderne statische und dynamische Phänomene des Magnetismus, Niedrigdimensionale Systeme, Unordnung, Quantenphasenübergänge, Vielteilchentheorie und ihre numerischen Methoden, die Theorie der Suprafluidität und Supraleitung und topologische Quantenmaterie. In dieser Vorlesung soll ein vertieftes Verständnis für ein forschungsnahes Spezialgebiet der Theorie kondensierter Materie entstehen, so dass eine gute Grundlage vorhanden ist, um auf einem verwandten Gebiet der Physik eine Masterarbeit erfolgreich durchführen zu können.</p>						
Inhalte						
Je nach Dozent erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf Numerische Methoden der Vielteilchenphysik, Theorie korrelierter Fermionen, Theorie der Supraleitung, Moderner Magnetismus oder Topologische Systeme.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • J. P. Hansen, I. R. McDonald, Theory of Simple Liquids, Academic Press, London 2006; • J. Yeomans, Statistical Mechanics of Phase Transitions, Clarendon Press, Oxford, 1992; • A. Onuki, Phase Transition Dynamics, Cambridge University Press, Cambridge, 2002; • K. Binder, W. Kob, Glassy Materials and Disordered Solids. An Introduction to Their Statistical Mechanics, World Scientific, Singapore, 2005; • W. Paul, J. Baschnagel, Stochastic Processes, From Physics to Finance, Springer, Berlin, 2000; • A. Auerbach, Interacting Electrons and Quantum Magnetism, Springer (1994); • P. Fulde, Electron Correlations in Molecules and Solids, Springer (1995); • L. Kantorovich, Quantum Theory of the Solid State: An Introduction, Kluwer (2004); • D.C. Mattis, The Theory of Magnetism Made Simple: An Introduction to Physical Concepts and to Some Useful Mathematical Methods, World Scientific, 2006; • forschungsnahе Veröffentlichungen 						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 724	Modul Spezialvorlesungen: „Ausgewählte Kapitel der Theorie kondensierter Materie“ <i>Module Topical Courses: „Selected Chapters of Condensed Matter Theory“</i>	08.128.724
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau der Lehrveranstaltungen Theoretische Physik 1-5 des Bachelor-Studiengangs	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. P. van Dongen	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 725	Modul Spezialvorlesungen: „Theorie weicher Materie“ <i>Module Topical Courses: „Theory of Soft Matter I“</i>					08.128.725
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Theorie weicher Materie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen die Beschreibung von Systemen mit großen Fluktuationen im Rahmen der statistischen Physik erlernen, konkretisiert an verschiedenen Beispielen von Soft-Matter-Systemen. Hierbei soll insbesondere auf generelle Prinzipien Wert gelegt werden, die stoffklassenüberschreitende Bedeutung haben.						
Inhalte						
Allgemeine Konzepte: Modellierung, Symmetrien und Erhaltungssätze. Streugesetze, Selbstähnlichkeit und Skaleninvarianz, Mean-Field Ansätze und Landau Theorien, Brownsche Dynamik, Kritische Dynamik; Struktur: Polymere (Random walk, self-avoiding walk, Blob Konzept, Flory Abschirmung, Flory-Huggins Theorie, Pfadintegralbeschreibung von Polymeren, Polymer-Feldtheorie.), Membranen (Struktur flüssiger und fester Membranen), Landau-de Gennes Theorie der Flüssigkristalle; Dynamik: Polymere (Rouse-Modell), Hydrodynamik bei niedrigen Reynolds-Zahlen, eventuell aktive und Nichtgleichgewichtsmaterialien.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • de Gennes, Scaling Concepts in Polymer Physics • Doi/Edwards, The Theory of Polymer Dynamics • Grosberg/Khokhlov, Statistical Mechanics of Macromolecules • Chaikin/Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics • Russel/Saville/Schowalter, Colloidal Dispersions • Dhont: An introduction to the dynamics of colloids 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Kenntnisse auf dem Niveau der Lehrveranstaltungen Theoretische Physik 1-5 des Bachelor-Studiengangs, insbesondere Statistische Physik		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots				Nach Nachfrage		

Modul 725	Modul Spezialvorlesungen: „Theorie weicher Materie“ <i>Module Topical Courses: „Theory of Soft Matter I“</i>	08.128.725
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. K. Kremer, Prof. Dr. F. Schmid	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 745	Modul Spezialvorlesungen: „Moderne Rechenmethoden der Physik kondensierter / weicher Materie“ <i>Module Topical Courses: „Modern Computational Techniques in Condensed/Soft Matter Physics“</i>					08.128.745
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Moderne Rechenmethoden der Physik kondensierter / weicher Materie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studenten lernen moderne Methoden und Techniken zur effiziente Durchführung von Computersimulationen im Bereich der Physik der kondensierter und weicher Materie kennen, je nach Dozentin oder Dozent auch im Bereich der molekularen Biophysik. Sie werden damit in die Lage versetzt, komplexe Phänomene wie Phasenübergänge in einer Vielzahl von Systemen (Flüssigkeiten, Feststoffen, Polymerschmelzen usw.), Konformationsänderungen, chemische Reaktionen, Nichtgleichgewichts- oder Angetriebenen Phänomene usw. zu untersuchen.						
Inhalte						
Je nach Dozent erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf einige der folgenden Themen: Berechnungen der freien Energie, spezielle Methoden zur Simulation mit hoher Präzision, Simulation seltener Ereignisse, kritische Phänomene, Nichtgleichgewichtsthermodynamik , Multiskalenmodellierung und Coarse-graining, Dichtefunktionaltheorie, Kraftfeld-Optimierung, polarisierbare Kraftfelder, Behandlung langreichweitiger Wechselwirkungen.						
Literatur						
Wird bekanntgegeben						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Mindestens einmal im Jahr						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. F. Schmid						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physik, Master „Computational Sciences“ mit Schwerpunkt Physik						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

Modul 801	Modul Spezialvorlesungen: „Computersimulationen in der statistischen Physik“ <i>Module Topical Courses: „Computer Simulations in Statistical Physics“</i>					08.128.801
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Computersimulationen in der statistischen Physik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Erwerb der Fähigkeit, komplexe physikalische Sachverhalte in einfache Modelle umzusetzen, diese in Algorithmen zu übersetzen und diese Algorithmen auf modernen Computerarchitekturen korrekt und effizient zu implementieren. Verständnis der Rolle der Computersimulationen im Wechselspiel mit Theorie und Experiment.						
Inhalte						
Molekulardynamik Simulationen, symplektische Integratoren, Markovketten Monte Carlo, Zufallszahlengenerierung, Analyse von Zeitreihen, Effekte endlicher Systemgröße, Simulation in unterschiedlichen thermodynamischen Ensembles.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • D. Frenkel, B. Smit, Understanding Molecular Simulation – From Algorithms to Applications, Academic Press, San Diego, 2002 • D. P. Landau, K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics, Cambridge University Press, New York, 2005 • M. P. Allen, D. J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Clarendon Press, Oxford, 1987 • J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulations – Elementary Methods, Wiley, New York, 1997. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. F. Schmid					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 7010	Modul Spezialvorlesungen: „Soft Materials at Interfaces“ <i>Module Topical Courses: „Soft Materials at Interfaces“</i>					08.128.7010
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Soft Materials at Interfaces“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Der Kurs führt in die physikalischen Prinzipien ein, die der Struktur und Dynamik von weicher Materie in der Nähe von festen, flüssigen und gasförmigen Oberflächen zugrunde liegen. Grenzflächen weicher Materie sind allgegenwärtig in der Natur und in der Technologie, Beispiele sind OLED Anzeigen an Mobiltelefonen, Seifenblasen, und viele biologische Materialien.</p> <p>Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der Verbindungen zwischen intermolekularen Kräften, der Struktur auf molekularen Skalen, und den physikalischen Materialeigenschaften. Weiterhin führt der Kurs in experimentelle Techniken zur Untersuchung der Grenzflächen auf den relevanten Zeit- und Längenskalen. Hier werden insbesondere Streumethoden und Rastersondenmikroskopie behandelt, die komplementäre Informationen im Real und Fourierraum liefern.</p> <p>Der Kurs wird die Studierenden in die Lage versetzen, viele physikalischen Phänomene in unserem Umfeld zu verstehen, und ihnen grundlegendes Wissen darüber vermitteln, wie die Eigenschaften moderner weicher Materialien für spezifische Anwendungen optimiert werden können. Anhand von Beispielen soll dieses Verständnis vertieft werden und Brücken zu anderen Bereichen der Physik geschlagen werden.</p>						
Inhalte						
<p>Die konkreten Inhalte können je nach Dozent leicht variieren. Typische Themen sind</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamik von Grenzflächen • Oberflächenspannung • Selbstorganisation dünner Filme in weicher Materie • Geladene fest/flüssig Grenzflächen und die Helmholtzsche Doppelschicht • Grenzflächenkräfte und kolloidale Stabilität • Grenzflächen-induzierte Phasenübergänge • Adsorption und Benetzung • Oberflächenaktive Substanzen und Emulsionen • Grenzflächen-induziertes Erstarren und Oberflächen-Schmelzen • Flüssigkeiten in nanoporösen Materialien • Röntgenstreuung und Spektroskopie • Rastersonden-Techniken und Kraftmessungen 						

Modul 7010	Modul Spezialvorlesungen: „Soft Materials at Interfaces“ <i>Module Topical Courses: „Soft Materials at Interfaces“</i>	08.128.7010
Literatur		
<ul style="list-style-type: none"> • Metin Tolan, "X-Ray Scattering from Soft-Matter Thin Films", Springer (1999). • Jens Als-Nielsen, Des McMorrow, "Elements of Modern X-ray Physics", 2nd Edition, Wiley (2011). • Peter S. Pershan , Mark Schlossman, "Liquid Surfaces and Interfaces : Synchrotron X-ray Methods", Cambridge University Press (2012). • Hans-Jürgen Butt, Karlheinz Graf, Michael Kappl, "Physics and Chemistry of Interfaces", 3rd Edition, Wiley (2013). 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Einmal im Jahr	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Hans-Jürgen Butt, Prof. Dr. Thomas Palberg, Prof. Dr. F. Schmid	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 753	Modul Spezialvorlesungen: „Biophysik“ <i>Module Topical Courses: „Biophysics“</i>					08.128.753
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Biophysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Diese Vorlesung bietet eine Einführung in biologische Phänomene aus einem physikalischen Blickwinkel. Mit der Hilfe von Konzepten der theoretischen Physik sollen zugrunde liegende gemeinsame physikalische Prinzipien aufgedeckt und ein tiefergehendes Verständnis entwickelt werden. Die Studierenden lernen die molekularen Bausteine der Zelle kennen sowie ihre Wechselwirkungen und die Bildung hierarchischer Strukturen. Besonderes Augenmerk wird auf die Anwendung von etablierten Konzepten aus der Weichen Materie gelegt.						
Inhalte						
Die Vorlesung führt in die lebende kondensierte Materie ein (Gewebe, Bakterien, Zellen, etc.), ihre Organisation sowie die molekularen Bausteine (Proteine, Polymere, Enzyme). Weitere Themen werden vom Dozenten bestimmt und beinhalten z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • Stochastische Dynamik, Diffusion und Einzelmoleküldynamik • Grundlagen der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik und Informationstheorie • Physikalische Grenzen der Wahrnehmung • Biochemische Netzwerke und kritisches Verhalten • Mechanisch-chemische Kopplung und molekulare Motoren • Kollektives Verhalten und Phasenverhalten • Selbstorganisation und Strukturbildung • Röntgenstreuung und die Struktur von Proteinen • Membranen und ihre theoretische Beschreibung 						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • William Bialek, Biophysics: Searching for Principles, Princeton University Press (2013). 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau der Lehrveranstaltung „Theoretische Physik 4“ des Bachelor-Studiengangs					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	unregelmäßig					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Thomas Speck, Prof. Dr. Friederike Schmid					

Modul 753	Modul Spezialvorlesungen: „Biophysik“ <i>Module Topical Courses: „Biophysics“</i>	08.128.753
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 754	Modul Spezialvorlesungen: „Advanced theoretical solid state physics“ <i>Module Topical Courses: „Advanced theoretical solid state physics“</i>					08.128.754
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Advanced theoretical solid state physics“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen mit grundlegenden und fortgeschrittenen Konzepten und Methoden der theoretischen Festkörperphysik vertraut gemacht werden. Sie lernen die grundlegenden Konzepte der elektronischen Strukturtheorie kennen, die die Stabilität der Materie erklären, die Symmetrien, die viele strukturelle Eigenschaften der Materie bestimmen, die Transportmechanismen und die Rolle von Anregungen und Defekten für viele Materialeigenschaften in Festkörpern. Der Kurs vermittelt Grundkenntnisse, die sie auf weiterführende Kurse in Festkörpertheorie und auf die Durchführung einer Masterarbeit in Theorie oder Experiment der kondensierten Materie vorbereiten.						
Inhalte						
Kristallsymmetrien, Reziprokes Gitter, Phononen, Elektronengas, Bandstruktur, Methoden zur Berechnung der Bandstruktur, Fermi-Fläche, Leiter und Halbleiter, Quasiteilchenkonzepte, Defekte und ungeordnete Systeme, Transport, optische Eigenschaften, Magnetismus, Supraleitung						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • Ashcroft, Mermin: Solid State Physics, Saunders College • Kittel: Quantum Theory of Solids, Wiley • Jones, March, Theoretical Solid State Physics, Vol 1,2, John Wiley • Ziman, Principles of the Theory of Solids, Cambridge University Press 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Quantum mechanics, Statistical Physics Knowledge of condensed matter at the level of the class “Physics of condensed matter”					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. J. Sinova					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 800	Modul Spezialvorlesungen: „Theorie weicher Materie II“ <i>Module Topical Courses: „Theory of Soft Matter II“</i>					08.128.800
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Theorie weicher Materie II“ (WP)		2	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (90-180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen die Beschreibung von Systemen mit großen Fluktuationen im Rahmen der statistischen Physik erlernen, konkretisiert an verschiedenen Beispielen von Soft-Matter-Systemen. Hierbei soll insbesondere auf generelle Prinzipien Wert gelegt werden, die stoffklassenüberschreitende Bedeutung haben.						
Inhalte						
Hier können nach Präferenz des Dozenten / der Dozentin Schwerpunkte gesetzt werden. Mögliche Themen: DLVO-Theorie, hydrodynamische Wechselwirkung in Kolloiden und Polymeren, Mikroschwimmer und aktive Teilchen, Zimm-Modell, Reptationsmodell, Netzwerke und Gummielastizität, Struktur von Polyelektrolyten, Viskoelastizität, materialwissenschaftliche Aspekte von Soft-Matter-Systemen, statistische Physik von Grenzflächen, Benetzung, Kapillarwellen.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • de Gennes, Scaling Concepts in Polymer Physics • Doi/Edwards, The Theory of Polymer Dynamics • Grosberg/Khokhlov, Statistical Mechanics of Macromolecules • Chaikin/Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics • Russel/Saville/Schowalter, Colloidal Dispersions. • Dhont: An Introduction to Dynamics of Colloids 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Kenntnisse auf dem Niveau der Lehrveranstaltungen Theoretische Physik 1-5 des Bachelor-Studiengangs, insbesondere Statistische Physik		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				Prof. Dr. K. Kremer, Prof. Dr. F. Schmid		

Modul 800	Modul Spezialvorlesungen: „Theorie weicher Materie II“ <i>Module Topical Courses: „Theory of Soft Matter II“</i>	08.128.800
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

4.4.2 Quanten-, Atom- und Neutronenphysik

Modul 729	Modul Spezialvorlesungen: „Quantenoptik (Q-Ex-1)“ <i>Module Topical Courses: „Quantum Optics (Q-Ex-1)“</i>					08.128.729
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regensemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Quantenoptik“ (WP), häufig gemeinsame, integrierte Theorie-Experimentphysik Veranstaltung		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen in die Grundlagen der quantisierten Beschreibung des Lichtfeldes eingeführt werden. Neben der Behandlung der benötigten theoretischen Werkzeuge soll anhand von ausgewählten Experimenten gezeigt werden, wie sich quantenoptische Effekte nachweisen lassen.						
Inhalte						
Grundlegende Einführungsveranstaltung zur experimentellen Quantenoptik. Interdisziplinärer, integrierter Kurs häufig gemeinsam abgehalten von Vertretern der Experimentalphysik und der Quantentheorie. Inhalt:						
<ul style="list-style-type: none"> • Quantisierung des elektromagnetischen Feldes, Feldzustände des Lichtes • Korrelationen im Lichtfeld und Photonenstatistik • quantisierte Atom-Licht-Wechselwirkung, Jaynes-Cummings-Modell, • „dressed states“ 						
Mögliche weitere Schwerpunktsetzungen:						
<ul style="list-style-type: none"> • Photonendetektoren • Experimente mit Einzelphotonenquellen und verschränkten Photonen • Bellsche Ungleichungen, quantenmechanische Korrelationen verschränkter Photonenpaare • Experimente zur Hohlraum-Quantenelektrodynamik 						
Literatur						
Lehrbücher zur Quantenoptik bzw. zur Atom-Licht-Wechselwirkung, z.B.						
<ul style="list-style-type: none"> • Introductory quantum optics, Gerry & Knight • The Quantum theory of light, Loudon • Quantum optics, Scully & Zubairy • Quantum optics, Walls & Milburn • Atom photon interactions, Cohen-Tannoudji, Dupont-Roc & Grynberg 						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 729	Modul Spezialvorlesungen: „Quantenoptik (Q-Ex-1)“ <i>Module Topical Courses: „Quantum Optics (Q-Ex-1)“</i>	08.128.729
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Experimentalphysik 5a „Atom- und Quantenphysik“, Theoretische Physik 3 „Quantenmechanik“	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. J. Walz	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 803	Modul Spezialvorlesungen: „Photonik (Q-Ex-2)“ <i>Module Topical Courses: „Photonics (Q-Ex-2)“</i>					08.128.803
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Photonik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen mit der modernen Beschreibung der Propagation von Licht und der Wechselwirkung mit Materie vertraut gemacht werden. Sie sollen ein tiefgehendes Verständnis von Laserspektroskopie - basierend auf inkohärenter bzw. kohärenter Licht-Materie Wechselwirkung und hochstabilen Lasern. Die Studierenden sollen zudem eine Einführung in die Grundlagen des Lasers und die Grundlagen der nicht-linearen Optik erhalten.						
Inhalte						
Grundlegendes aus der experimentellen Quantenphysik. Mögliche Themen:						
<ul style="list-style-type: none"> • Gauß'sche Optik und Resonatoren • Zusammenspiel der klassischen, semi-klassischen und quanten-mechanischen Beschreibung der Licht-Materie Wechselwirkung • kohärentes Licht und Laser • Lasermodulatoren, optische Fasern • kurze Pulse und Frequenzkämme • inkohärente Spektroskopietechniken (Absorption, Fluoreszenz, Doppler-frei, Frequenzmodulation) • Vergleich mit kohärenten Techniken (Rabi, Ramsey, Spin-Echo) • nicht-lineare Medien, Summen- und Differenzfrequenzerzeugung, $\chi^{(2)}$ vs. $\chi^{(3)}$ Prozesse • Laserkühlung 						
Literatur						
Lehrbücher in Photonik z.B.						
<ul style="list-style-type: none"> • Laser Spectroscopy, W. Demtröder • Optics, Light and Lasers, D. Meschede • Lasers, A.E. Siegman • Fundamentals of Photonics, B. E. A. Saleh und M.C. Teich • aktuelle Veröffentlichungen 						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 803	Modul Spezialvorlesungen: „Photonik (Q-Ex-2)“ <i>Module Topical Courses: „Photonics (Q-Ex-2)“</i>	08.128.803
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Experimentalphysik 3 „Wellen- und Quantenphysik“, Experimentalphysik 5a „Atom- und Quantenphysik“, Theoretische Physik 3 „Quantenmechanik“	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. K. Wendt, Prof. Dr. J. Walz	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 804	Modul Spezialvorlesungen: „Quantenin-formation (Q-Ex-3)“ <i>Module Topical Courses: „Quantum Infor-mation (Q-Ex-3)“</i>					08.128.804
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflich- tungsgrad	Kontakt- zeit(SWS)	Selbst- studium	Leistungs- punkte
Vorlesung mit Übungen „Quantenin-formation“ (WP), häufig gemeinsame, integrierte Theorie-Experimentphysik Veranstaltung		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Aufbauend auf Wissen aus der Quantenmechanik sowie aus der Atom- und Quantenphysik sollen mit den Studie- renden die grundlegenden theoretischen Konzepte der Quanteninformaton und des Quantenrechnens erarbeitet werden. Auf der experimentellen Seite soll den Studierenden die Anwendung und Umsetzung dieser Konzepte im Rahmen der Quantenoptik anhand von experimentellen Plattformen nahe gebracht werden.</p>						
Inhalte						
<p>Weiterführende Veranstaltung im Bereich der Quantenoptik, Atomphysik und deren speziellen Anwendung in der Quanteninformaton. Der Kurs ist separat belegbar, Konzepte aus Quantenoptik und Vielteilchenphysik werden angewendet. Interdisziplinärer, integrierter Kurs, häufig gemeinsam abgehalten von Vertretern der Experimental- physik und der Quantentheorie.</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Verarbeitung von Quanteninformaton in unterschiedlichen physikalischen Systemen • Quantencomputing und Quantenkommunikation • Verschränkte Zustände, Quantensprünge, Quanten-Zeno-Effekt • Dekohärenz, makroskopische Überlagerungszustände (Schrödinger-Katzen) <p>Mögliche weitere Schwerpunktsetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quanten-Gatter und – Algorithmen • Kryptographie, Teleportation, Quantenrepeater, • Quanten-Fehlerkorrektur, fehlertolerantes Quantenrechnen • Quantensimulation • Systeme: Ionenfallen-Quantencomputer (Paul-Fallen), Hohlraum-Quantenelektrodynamik, linear-optische Quantencomputer, Neutralatome in optischen Gittern, Festkörper und supraleitende Quantenprozessoren 						

Modul 804	Modul Spezialvorlesungen: „Quantenin-formation (Q-Ex-3)“ <i>Module Topical Courses: „Quantum Infor-mation (Q-Ex-3)“</i>	08.128.804
Literatur		
Lehrbücher zur Quantenoptik und zur Quanteninformaton, z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Introductory quantum optics, Gerry & Knight • Quantum Computation and Quantum Information, Nielsen & Chuang • Introduction to Quantum Computation and Quantum Information, Lo, Popescu & Spiller • The Physics of Quantum Information, Bouwmeester, Ekert & Zeilinger • Exploring the Quantum - Atoms, Cavities and Photons, Haroche & Raimond 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Experimentalphysik 5a „Atom- und Quantenphysik“, Theoretische Physik 3 „Quantenmechanik“	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. F. Schmidt-Kaler	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 805	Modul Spezialvorlesungen: „Fundamentale Präzisionsmessungen (Q-Ex-4)“ <i>Module Topical Courses: „Precision fundamental physics (Q-Ex-4)“</i>					08.128.805
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Fundamentale Präzisionsmessungen“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Hochgenaue Messungen haben einen Stand erreicht, bei dem grundlegende Fragen der Physik und der Kosmologie ins Blickfeld kommen. Dazu zählen beispielsweise Symmetrien der Physik, Präzisionsmessungen im Neutronenzerfall, Tests der schwachen Wechselwirkung und der CPT-Invarianz, Präzisionsmessungen von fundamentalen Konstanten und moderne Experimente zur Gravitationsphysik. Die Studierenden sollen an Probleme moderner Atom-, Quanten- und Neutronenphysik sowie Kosmologie herangeführt werden und sich mit diesen forschungsnahen Themen intensiv befassen.						
Inhalte						
Diskrete Symmetrien und fundamentale Wechselwirkungen						
<ul style="list-style-type: none"> • Tests der QED und der CP Verletzung, CPT-Invarianz, Zeitumkehrinvarianz, • schwache ww, Materie/Antimaterie-Asymmetrie, EDM • Variation fundamentaler Konstanten • Test des Äquivalenzprinzips, Überprüfung des Newtonschen Gravitationsgesetzes bei kleinen Abständen. 						
Methoden						
<ul style="list-style-type: none"> • Atome, Neutronen, Protonen, Antimaterie, Penningfalle, Massenspektrometrische Verfahren 						
Neutronenphysik						
<ul style="list-style-type: none"> • Neutron als Probe - Aufklärung der Struktur von Materie, Eigenschaften des Neutrons und Messung, Wechselwirkung mit Materie, Neutronenquellen, Detektoren, Quanteneffekte in der Neutronenoptik 						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrbücher der Atomphysik • Sommerschulprogramme • forschungsnaher Veröffentlichungen 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jährlich im Wintersemester						

Modul 805	Modul Spezialvorlesungen: „Fundamentale Präzisionsmessungen (Q-Ex-4)“ <i>Module Topical Courses: „Precision fundamental physics (Q-Ex-4)“</i>	08.128.805
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. J. Walz	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

4.4.3 Kern- und Teilchenphysik

Modul 730	Modul Spezialvorlesungen: „Statistik, Datenanalyse und Simulation“ <i>Module Topical Courses: „Statistics, Data Analysis and Simulation“</i>					08.128.730
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Statistik, Datenanalyse und Simulation“ (WP)		2 (1)	WP		138 h	6 LP
Vorlesung	V			3 SWS		
Übung	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesung vermittelt eine Übersicht der statistischen Methoden zur Analyse von Daten und bietet eine Einführung in die Technik der Monte Carlo-Simulation. Obwohl die Methodik häufig anhand von Beispielen aus der Teilchen-, Hadronen- und Kernphysik erläutert wird, empfehlen wir die Vorlesungen auch für Studierende, die andere Schwerpunkte setzen. Das Ziel ist die Schaffung eines soliden Grundwissens um eine experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet der Physik erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Die folgenden Inhalte sollen u.a. vermittelt werden:						
<ul style="list-style-type: none"> • Wahrscheinlichkeitsverteilungen und die statistische Beschreibung von Daten; • Fehlerrechnung und Schätzung von Parametern; • Signifikanzniveaus und Hypothesenentscheidungen; • Monte Carlo-Verfahren; sowie • statistische Analysemethoden 						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • R.J. Barlow, Statistics • Glen Cowan, Statistical data analysis • Olaf Behnke, Data analysis in high energy physics 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Sommersemester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. M. Schott						

Modul 730	Modul Spezialvorlesungen: „Statistik, Datenanalyse und Simulation“ <i>Module Topical Courses: „Statistics, Data Analysis and Simulation“</i>	08.128.730
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	B.Sc. Angewandte Physik m.S.I., M.Sc. Physics	
Sonstiges		

Modul 731	Modul Spezialvorlesungen: „Teilchendetektoren“ <i>Module Topical Courses: „Particle Detectors“</i>					08.128.731
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Teilchendetektoren“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesung gibt eine Übersicht in die Nachweis-, Auslese- bzw. Auswertemethoden der Teilchen-, Hadronen- und Kernphysik. Ziel ist die Schaffung eines soliden Grundwissens um die experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet der Physik erfolgreich durchführen zu können. In den Vorlesungen spielen fachübergreifende Aspekte (z.B. aus Festkörperphysik, Elektronik, Mathematik und Informatik) eine wichtige Rolle; entsprechend sind die Vorlesungen auch für Studierende mit anderen Schwerpunktsetzungen geeignet.						
Inhalte						
Strahlungsquellen und Beschleuniger; Nachweismechanismen für geladene und neutrale Strahlung; Datenerfassung; Detektoren zum Teilchennachweis; Zeitmessung; Energie- und Impulsbestimmung; Teilchenidentifikation; Anwendungen.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • K. Kleinknecht, Detektoren für Teilchenstrahlung 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Schott					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 732	Modul Spezialvorlesungen: „Kosmologie und Allgemeine Relativitätstheorie“ <i>Module Topical Courses: „Cosmology and General Relativity“</i>					08.128.732
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Kosmologie und Allgemeine Relativitätstheorie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studenten mit den Grundzügen der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie mit aktuellen Konzepten und Phänomenen der Kosmologie vertraut zu machen.						
Inhalte						
Allgemeine Koordinatentransformationen, Differentialgeometrie; Einstein-Gleichungen, Schwarzschildmetrik, schwarze Löcher; Friedmann-Robertson-Walker-Kosmologie; Big Bang-Nukleosynthese, kosmische Hintergrundstrahlung, Strukturbildung im frühen Universum, dunkle Materie und dunkle Energie.						
Literatur						
z.B. Carroll, Wald, Kolb & Turner, Dodelson						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. M. Neubert						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

Modul 733	Modul Spezialvorlesungen: „Symmetrien in der Physik“ <i>Module Topical Courses: „Symmetries in Physics“</i>					08.128.733
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Symmetrien in der Physik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Das Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studenten mit den Grundzügen der Gruppentheorie und ihrer Anwendungen in der Physik vertraut zu machen.						
Inhalte						
Gruppentheorie, Darstellungstheorie, unitäre Symmetrien, Liegruppen, Anwendungen in der Teilchen- und Kernphysik.						
Literatur						
z.B. Georgi, Tung						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				Prof. Dr. M. Neubert		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				M.Sc. Physics		
Sonstiges				Sprache: Englisch		

Modul 734	Modul Spezialvorlesungen: „Moderne Methoden der Theoretischen Hochenergie-, Teilchen- und Kernphysik“ <i>Module Topical Courses: „Modern Methods in Theoretical High Energy, Particle and Nuclear Physics“</i>					08.128.734
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Moderne Methoden der Theoretischen Hochenergie-, Teilchen- und Kernphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studenten an ein forschungsnahes Spezialgebiet in Themenkreis Hochenergie-, Teilchen- und Kernphysik heranzuführen. Dabei sollen die Methoden erlernt werden, die für die Durchführung der Masterarbeit erforderlich sind.						
Inhalte						
Je nach Dozent erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf ein aktuelles Forschungsgebiet aus folgenden Bereichen: elektroschwache und starke Wechselwirkungen, Gittereichtheorie, effektive Feldtheorien, mathematische Aspekte der Störungstheorie, Funktionalintegrale in der Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie, Konzepte und Modellbildung jenseits des Standardmodells (z.B. Supersymmetrie, Stringtheorie), u.a. Hinreichend unterschiedliche Vorlesungen zählen hierbei nicht als identische Veranstaltungen.						
Literatur						
Verschiedene Lehrbücher, forschungsnaher Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. M. Neubert, Prof. Dr. H. Wittig						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

Modul 735	Modul Spezialvorlesungen: „Beschleunigerphysik“ <i>Module Topical Courses: „Accelerator Physics“</i>					08.128.735
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Beschleunigerphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Lernziel ist es, Aufbau, Dimensionierung und Funktion moderner Teilchenbeschleuniger und Strahlungsquellen anhand der zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien zu verstehen. Weiter erlernen die Studenten/innen Kenntnisse der zur Auslegung notwendigen analytischen und numerischen Methoden. Diese Kenntnisse geben den Studenten/innen das notwendige Rüstzeug um eine Masterarbeit im Bereich der Beschleuniger- und Strahlungsphysik - z.B. im Rahmen der Weiterentwicklung des Mainzer Mikrotrons - erfolgreich durchzuführen.						
Inhalte						
Lineare und nichtlineare Strahldynamik, Rezirkulierende und lineare Beschleunigersysteme mit supraleitenden oder normal leitenden Magneten und Radiofrequenz-Systemen (mit Grundlagen der Supraleitung), Einführung in Kollektive Effekte, Kollider, Synchrotronstrahlung und Freie-Elektronen Laser. Aktuelle Entwicklungen, z.B. ERL's.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • H. Wiedemann, Particle Accelerator Physics Bd. 1&2 • B. Wille, Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Wintersemester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. K. Aulenbacher						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

Modul 737	Modul Spezialvorlesungen: „Astroteilchenphysik“ <i>Module Topical Courses: „Astroparticle Physics“</i>					08.128.737
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Astroteilchenphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesungen bieten einen Überblick der Kosmologie und Astroteilchenphysik und deren aktueller Forschungsschwerpunkte gewähren und stellen die wesentlichen Kenntnisse bereit um eine experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Die Kernthemen der Vorlesung sind: <ul style="list-style-type: none"> • Kosmologie und Entwicklung des Universums; • Dunkle Materie; • Kosmische Strahlung, Neutrinos, Gammastrahlung und Gravitationswellen. Unter dem Kapitel „Kosmologie und Entwicklung des Universums“ werden kosmologische Modelle und Parameter, kosmologische Distanzen und deren Messung, das Materie-/Antimaterie-Problem, die Bildung leichter Elemente, Hintergrundstrahlung, Strukturbildung, Entstehung, Klassifikation und Entwicklung von Galaxien, aktive galaktische Kerne und Galaxienhaufen sowie Entstehung, Energiebilanz, Entwicklung und Endstadien von Sternen und die damit verbundene Elemententstehung diskutiert. Unter dem Kapitel „Dunkle Materie“ werden die Evidenz, mögliche Kandidaten, und direkte und indirekte Suchen behandelt. Stichwörter zum dritten Kernthema sind: Quellen, Zusammensetzung, Propagation und Nachweis geladener kosmischer Strahlung, Quellen und Nachweis punktförmiger und diffuser Gamma-Strahlung, Bestimmung von Neutrino-Eigenschaften (Oszillationen, direkte Massenbestimmung, neutrinoloser Beta-Zerfall), Quellen und Nachweis kosmischer und terrestrischer Neutrinos, Theorie und Quellen von Gravitationswellen und indirekte und direkte Nachweisverfahren.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • A. Liddle, Einführung in die moderne Kosmologie • P. Schneider, Extragalaktische Astronomie und Kosmologie • C. Grupen, Astroteilchenphysik • D. Perkins, Particle Astrophysics 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik 5b „Kern- und Teilchenphysik“		

Modul 737	Modul Spezialvorlesungen: „Astroteilchenphysik“ <i>Module Topical Courses: „Astroparticle Physics“</i>	08.128.737
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. U. Oberlack	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 738	Modul Spezialvorlesungen: „Teilchenphysik“ <i>Module Topical Courses: „Particle Physics“</i>					08.128.738
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Teilchenphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesung soll das Verständnis der fundamentalen Bausteine der Materie und ihrer Wechselwirkungen vertiefen. Grundlegenden Prinzipien werden u. A. anhand aktueller Forschungsschwerpunkte vorgestellt. Die Vorlesung soll die wesentlichen Kenntnisse bereitstellen, um eine experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Die folgenden Inhalte sollen u.a. vermittelt werden: <ul style="list-style-type: none"> • Abriss experimenteller Methoden, • Bedeutung von Symmetrien und das Quarkmodell, • Leptonenstreuung bei hohen Energien sowie • Teilchen und Wechselwirkungen im Standardmodell sowie Modelle zu dessen Vereinheitlichung und Ergänzung. Zu allen Themen werden grundlegende und aktuelle Experimente vorgestellt. Je nach Dozentin oder Dozent erfolgen Vertiefungen in den Bereichen „Erweiterungen des Standardmodells“ oder „Gebundene Systeme“.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • C. Berger, Elementarteilchenphysik, Springer-Verlag, 2006. • D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles, Wiley-VCH Verlag, 2008. • E. Lohrmann, Hochenergiephysik, Teubner-Verlag, 2005. • D. H. Perkins, High Energy Physics • B. Povh et al., Teilchen und Kerne weitere Literaturangaben werden zur Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik 5b „Kern- und Teilchenphysik“					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester					

Modul 738	Modul Spezialvorlesungen: „Teilchenphysik“ <i>Module Topical Courses: „Particle Physics“</i>	08.128.738
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Schott	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 809	Modul Spezialvorlesungen: „Theoretische Elementarteilchenphysik“ <i>Module Topical Courses: „Theoretical Particle Physics“</i>					08.128.809
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Theoretische Elementarteilchenphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesung „Theoretische Elementarteilchenphysik“ ist die Fortsetzung der Vorlesung „Relativistische Quantenfeldtheorie“. Ziel der Vorlesung ist es, die Studierenden mit den Konzepten und Methoden der Quantenfeldtheorien vertraut zu machen, die für eine Masterarbeit in der Theoretischen Elementarteilchenphysik benötigt werden.						
Inhalte						
Pfadintegralformalismus, Quantenkorrekturen, Renormierung in der QED, Renormierungsgruppe; Nicht-Abelsche Eichtheorien, Quantenchromodynamik (QCD); Spontane Symmetriebrechung, Higgs-Mechanismus; Standardmodell der Elementarteilchenphysik.						
Literatur						
Peskin & Schroeder, Ryder, Schwartz, Zee						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
In der Regel jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. S. Weinzierl						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

Modul 751	Modul Spezialvorlesungen: „Theoretische Kernphysik“ <i>Module Topical Courses: „Theoretical Nuclear Physics“</i>					08.128.751
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Theoretische Kernphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Ziel der Vorlesung “Theoretische Kernphysik” ist den Studenten Grundkenntnisse von Kerntheorie so wohl als auch eine Einleitung zur moderne Methode und Themen der Kerntheorie zur Verfügung zu stellen. Obwohl die theoretisch Aspekten Schwerpunkt der Vorlesung sind, Anwendungen werden häufig genannt, wie zum Beispiel and der Astrophysik.						
Inhalte						
Einleitung zur Kerne und Kernkräfte, Theorie der Alpha, Beta and Gamma Zerfälle, Ausführungen von Kernspektra und EM Übergänge, Wenigteilchen Methoden für Kernen, Vielteilchen Methoden für Kernen, Kernreaktionen, Nuclear Astrophysik und Entstehung der Elementen.						
Literatur						
Textbücher über Kernphysik, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • Samuel S.M. Wong, Introductory Nuclear Physics. • Carlos A. Bertulani, Nuclear Physics in a Nutshell. • Kenneth S. Krane, Introductory Nuclear Physics. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Wintersemester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. S. Bacca						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						
Sprache: English						

Modul 746	Modul Spezialvorlesungen: „Einführung in die Gittereichtheorie“ <i>Module Topical Courses: „Introduction to Lattice Gauge Theory“</i>					08.128.746
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Einführung in die Gittereichtheorie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studenten mit den Methoden der Gittereichtheorie bekannt zu machen. Dabei sollen insbesondere die Methoden erlernt werden, die für die Durchführung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet erforderlich sind.						
Inhalte						
Diskretisierung partieller Differenzialgleichungen mittels finiter Differenzen; Pfadintegral in der Quantenmechanik; Euklidische Korrelationsfunktionen in der QFT; Transfermatrix; Skalare Feldtheorie auf dem Gitter und Spinmodelle; Ising-Modell bei hohen und tiefen Temperaturen; Z_2 -Gittereichtheorie, Elitzur's Theorem und Wegner-Schleife; QED und QCD im Kontinuum; Wilson-Schleife; Gittereichtheorie mit Wilson-Wirkung; Haar-Maß; Fermionen auf dem Gitter; Statisches Potenzial und strong-coupling expansion; Renormierungsgruppe und Kontinuumsimes; Gitterstörungstheorie; Monte-Carlo-Simulationen und Berechnung hadronischer Eigenschaften.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • C. Gattringer and C.B. Lang, Quantum Chromodynamics on the Lattice (Lect. Notes Phys. 788), Springer, Berlin Heidelberg 2010. • J. Smit, Introduction to Quantum Fields on a Lattice: a robust mate (Cambridge Lect. Notes Phys. 15), Cambridge University Press 2002. • I. Montvay and G. Münster, Quantum Fields on a Lattice, Cambridge University Press 1994. • J.B. Kogut, An Introduction to Lattice Gauge Theory and Spin Systems, Rev. Mod. Phys. 51 (1979) 659. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Theoretische Physik 6 des Masterstudiums (Quantenfeldtheorie)					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Unregelmäßig					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. H. Wittig					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					

Modul 746	Modul Spezialvorlesungen: „Einführung in die Gittereichtheorie“ <i>Module Topical Courses: „Introduction to Lattice Gauge Theory“</i>	08.128.746
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 760	Modul Spezialvorlesungen: „Einführung in die Stringtheorie“ <i>Module Topical Courses: „Introduction to String Theory“</i>					08.128.760
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Einführung in die Stringtheorie“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
iel dieser Vorlesung ist es, die Studenten an die Grundlagen klassischer und quantisierter bosonischer und fermionischer Stringtheorien heranzuführen. Dabei sollen Methoden erlernt werden, die für die Durchführung der Masterarbeit erforderlich sind.						
Inhalte						
Klassischer bosonischer String, Quantisierung (Lichtkegel, kovariant, Pfadintegral, BRST-Formalismus), D-Branen, Superstrings, Einführung in Konforme Feldtheorie, Stringamplituden						
Literatur						
Verschiedene Lehrbücher, forschungsnahе Veröffentlichungen, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Zwiebach: A First Course in String Theory, Cambridge University Press 2004; • Blumenhagen, Lüst, Theisen: Basic Concepts of String Theory, Springer 2012; • Polchinski: String Theory, Vol. 1 & 2, Cambridge University Press 1998; • Green, Schwarz, Witten: String Theory, Vol. 1 & 2, Cambridge University Press 1987; • Becker, Becker, Schwarz: String Theory and M-Theory - A Modern Introduction, Cambridge University Press 2007 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Empfohlen, aber nicht Voraussetzung: Theoretische Physik 6 des Masterstudiums (Quantenfeldtheorie), Kosmologie und Allgemeine Relativitätstheorie		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots				Unregelmäßig		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				Prof. Dr. G. Honecker		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				M.Sc. Physics		
Sonstiges				Sprache: Englisch		

Modul 766	Modul Spezialvorlesungen: „Effektive Feldtheorien“ <i>Module Topical Courses: „Effective Field Theories“</i>					08.128.766
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Effektive Feldtheorien“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesung führt die grundlegenden Ideen, die der Methode der effektiven Feldtheorien zugrundeliegen, ein. Behandelt werden relevante und irrelevante Operatoren, die Renormierungsgruppe, Entkopplung schwerer Teilchen. Ziel der Vorlesung ist auch, zu einem tieferen Verständnis der wichtigsten Anwendungen in modernen Forschungsfeldern zu führen.						
Inhalte						
Die Methode der effektiven Feldtheorien beschreibt einen systematischen Zugang zu Multi-Skalenproblemen. Eine effektive Feldtheorie verwendet die relevanten Freiheitsgrade um Phänomene bei einer vorgegebenen Energieskala zu beschreiben, während alle Freiheitsgrade, die nur bei einer wesentlich höheren Energieskala relevant sind, eliminiert worden sind. Diese Konzepte führen zu breiten phänomenologischen Anwendungen in der modernen Teilchenphysik. Insbesondere im Bereich der starken Wechselwirkung, die bei verschiedenen Energieskalen unterschiedliches Verhalten zeigt, führen die wichtigen Beispiele der elektroschwachen Lagrangedichte, der Heavy-Quark Effective Theory und der Soft-Collinear Effective Theory zu den nützlichsten Beschreibungen der jeweiligen physikalischen Systeme.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript „Effective Field Theory“ von A. Pich • Vorlesungsskript „Effective Field Theories“ von A. Manohar • Vorlesungsskript „Effective Field Theories and Heavy Quark Physics“ von M. Neubert 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Theoretische Physik 6 des Masterstudiums (Quantenfeldtheorie)					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Unregelmäßig					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Neubert					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 762	Modul Spezialvorlesungen: „Theoretische Astroteilchenphysik“ <i>Module Topical Courses: „Theoretical Astroparticle Physics“</i>					08.128.762
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Theoretische Astroteilchenphysik“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Ziel dieser Vorlesung ist es, einen breiten aber dennoch gründlichen Überblick über den aktuellen Stand der theoretischen Astroteilchenphysik zu geben. Der Kurs bereitet Studierende darauf vor, aktuelle wissenschaftliche Publikationen aus den Bereichen Kosmologie, dunkle Materie, Neutrinos, etc. zu verstehen und erfolgreich eigene Forschungsarbeiten zu diesen Themen zu beginnen.						
Inhalte						
Die Urknalltheorie (Friedmann-Gleichung, Ausdehnung des Universums); Big Bang-Nukleosynthese; kosmischer Mikrowellenhintergrund; Strukturbildung im Universum; dunkle Materie (Produktion im frühen Universum, Detektion in terrestrischen und astrophysikalischen Experimenten); die kosmische Materie-Antimaterie-Asymmetrie; hochenergetische kosmische Strahlung; Neutrinos (Ursprung der Neutrinomassen, Neutrinooszillationen, Einfluss auf die Kosmologie, Supernova-Neutrinos); Axionen						
Literatur						
Verschiedene Lehrbücher, forschungsnahe Veröffentlichungen						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls			Theoretische Physik 6 des Masterstudiums (Quantenfeldtheorie)			
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)			Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch			
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote			6/120			
Häufigkeit des Angebots			Unregelmäßig			
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter			Prof. Dr. J. Kopp			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen			M.Sc. Physics			
Sonstiges			Sprache: Englisch			

Modul 764	Modul Spezialvorlesungen: „Amplituden und Präzisionsphysik am LHC“ <i>Module Topical Courses: „Amplitudes and Precision Physics at the LHC“</i>					08.128.764
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Amplituden und Präzisionsphysik am LHC“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studenten mit kürzlich entwickelten Methoden zur Berechnung von Streuamplituden im Rahmen einer Quantenfeldtheorie vertraut zu machen. Hierbei wird besonderer Wert auf die Effizienz der verwendeten Methoden gelegt. Diese neuartigen Methoden erlauben anderweitig schwer zu bestimmende Streuquerschnitte für die Experimente am LHC vorherzusagen.						
Inhalte						
Spin- und Helizitätsmethoden, Farbzerlegung, Off-shell Rekursionsrelationen, On-shell Rekursionsrelationen, Streugleichungen; Schleifenintegrale, Differentialgleichungen für Schleifenintegrale, Funktionenklassen (z. B. multiple Polylogarithmen).						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • J. Henn, J. Plefka, „Scattering Amplitudes in Gauge Theories“, Springer, 2014; • H. Elvang, Y. Huang, „Scattering Amplitudes in Gauge Theory and Gravity“, Cambridge University Press, 2015; • L. Dixon, „Calculating Scattering Amplitudes Efficiently“, arxiv.org/abs/hep-ph/9601359 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Theoretische Physik 6 des Masterstudiums (Quantenfeldtheorie)					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Unregelmäßig					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. J. Henn, Prof. Dr. S. Weinzierl					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 747	Modul Spezialvorlesungen: „Funktionale Methoden und exakte Renormierungsgruppe“ <i>Module Topical Courses: „Functional Methods and Exact Renormalization Group“</i>					08.128.747
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Funktionale Methoden und exakte Renormierungsgruppe“ (WP)		1	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.), mündliche Prüfung (30 Min), Hausarbeit oder eigener Vortrag					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studenten mit Pfadintegralen, Funktionalintegralquantisierung von Feldtheorien und der funktionalen Renormierungsgruppengleichung vertraut zu machen.						
Inhalte						
(A) Pfadintegrale in der Quantenmechanik: <ul style="list-style-type: none"> • Beziehung zum kanonischen Zugang, Diskretisierung und Operatorordnung, topologische Aspekte (mehrfach zusammenhängende Konfigurationsräume, etc.), Evaluation von Funktionalintegralen (exakt lösbare Beispiele, semiklassische Näherung, Störungstheorie), Instantone in der Quantenmechanik (Doppelmuldenpotential, periodische Potentiale, n- und Theta-Vakuum). 						
(B) Funktionalintegralquantisierung von Feldtheorien: <ul style="list-style-type: none"> • Funktionales Schrödingerbild, Wellenfunktion, Feld-Teilchen-Beziehung, Symmetrie und Kovarianzeigenschaften, von Übergangsamplituden zu (Vakuums-) Korrelationsfunktionen und erzeugenden Funktionalen, Schwinger-Symanzik Zugang, Funktionalintegraldarstellung über das Schrödingerbild und dem Schwinger-Symanzik Zugang, effektive Wirkung (kanonische und diagrammatische Zugänge, Legendre-Fenchel-Transformation), Rechentechniken (semiklassische und störungstheoretische Entwicklung), störungstheoretische Yang-Mill Theorie, nicht-störungstheoretische Yang-Mills Theorie („große“ Eichtransformationen, Homotopieklassen und -gruppen, Instantone und Tunneleffekte, nicht-perturbative Vakuumstruktur). 						
(C) Die funktionale Renormierungsgruppengleichung (FRGE): <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale (d.h. „exakte“) vs. perturbative Renormierung, kritische Phänomene, Wilson’s Renormierungsgruppe in der statistischen Physik und der Quantenfeldtheorie (Theorieraum, Blockspintransformationen, Fluß von Kopplungskonstanten), Konzept der nicht-perturbativen Renormierung, Kontinuumslimites und Phasenübergänge, Konstruktion und „Lösung“ von Quantenfeldtheorien mittels FRGE Methoden. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Theoretische Physik 6 des Masterstudiums (Quantenfeldtheorie)					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Unregelmäßig					

Modul 747	Modul Spezialvorlesungen: „Funktionale Methoden und exakte Renormierungsgruppe“ <i>Module Topical Courses: „Functional Methods and Exact Renormalization Group“</i>	08.128.747
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Reuter	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 806	Modul Spezialvorlesungen: „Vertiefende Kapitel der Teilchenphysik“ <i>Module Topical Courses: „Advanced Particle Physics“</i>					08.128.806
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Titel“ (WP)		2	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (90-180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
In dieser Vorlesung sollen spezielle Aspekte der fundamentalen Bausteine der Materie und ihrer Wechselwirkungen vertieft werden. Anhand aktueller Forschungsschwerpunkte werden neueste experimentelle Methoden und Ergebnisse vorgestellt und die Einordnung in die theoretischen Strukturen diskutiert. Die Vorlesung soll weiterführende Kenntnisse bereitstellen, um eine experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Leptonenstreuung bei hohen Energien; Starke Wechselwirkung; Elektroschwache Wechselwirkung, Modelle zur Vereinheitlichung und Ergänzung des Standardmodells. Die Vorlesung wird sich zumeist auf einen der obigen Themenkreise fokussieren.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • C. Berger, Elementarteilchenphysik • D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles Weitere Literaturangaben (insbesondere auch aktuelle Publikationen zu den Schwerpunktsthemen) werden zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls			Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik 5b „Kern- und Teilchenphysik“ des Bachelor-Studiengangs. Hilfreich, aber nicht vorausgesetzt ist sind die Kenntnisse der Spezialvorlesung „Elementarteilchenphysik“.			
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)			Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch			
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote			6/120			
Häufigkeit des Angebots			unregelmäßig			
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter			Prof. Dr. M. Schott			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen			M.Sc. Physics			
Sonstiges			Sprache: Englisch			

Modul 807	Modul Spezialvorlesungen: „Vertiefende Kapitel der subatomaren Physik“ <i>Module Topical Courses: „Advanced Chapters on Subatomic Physics“</i>					08.128.807
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Vertiefende Kapitel der subatomaren Physik“ (WP)		2	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (90-180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesungen sollen ein vertieftes Verständnis für forschungsnahe Gebiete der Hadronenphysik ermöglichen. Grundlegenden Prinzipien werden u. a. anhand aktueller Forschungsschwerpunkte vorgestellt. Die Vorlesung soll die wesentlichen Kenntnisse bereitstellen, um eine experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Aktuelle experimentelle Verfahren, elektromagnetische und hadronische Sonden, Polarisierungsexperimente; Resonanzen, Zerfälle, Formfaktoren und Strukturfunktionen der Hadronen; effektive Theorien; Spektroskopie, Symmetrie und Struktur von Hadronen, Einfluss der Hadronenphysik auf Präzisionstests des Standardmodells. Zu allen Themen werden grundlegende Experimente vorgestellt.						
Literatur						
Diverse Lehrbücher, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • B. Povh et al., Teilchen und Kerne • D. H. Perkins, High Energy Physics • W. Thomas und W. Weise, The Structure of the Nucleon 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik 5 „Kern- und Teilchenphysik“ des Bachelor-Studiengangs					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. A. Denig					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 808	Modul Spezialvorlesungen: „Vertiefende Kapitel der Astroteilchen- und Astro-Physik“ <i>Module Topical Courses: „Advanced Astroparticle- and Astrophysics“</i>					08.128.808
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Vertiefende Kapitel der Astroteilchen- und Astro-Physik“ (WP)		2	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (90-180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Vorlesungen sollen ein vertieftes Verständnis für forschungsnahen Gebiete der Astroteilchenphysik oder der Nuklearen Astrophysik bereitstellen. Grundlegende Prinzipien werden u. A. anhand aktueller Forschungsschwerpunkte vorgestellt. Die Vorlesung soll die wesentlichen Kenntnisse bereitstellen, um eine experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet erfolgreich durchführen zu können.						
Inhalte						
Je nach Dozentin oder Dozent erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf nukleare oder teilchenphysikalische Aspekte der folgenden Themen:						
<ul style="list-style-type: none"> • Kosmologie (frühes Universum, Nukleosynthese, dunkle Komponenten), • Sterne (Entstehung, Energieerzeugung und Entwicklungsstadien) oder • Kosmische Strahlung (Herkunft und Beschleunigung). 						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • C. Grupen, <i>Astroteilchenphysik</i> • E. Rolfs und W. Rodney, <i>Cauldrons in the Cosmos</i> 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Experimentalphysik 5b „Kern- und Teilchenphysik“.					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	unregelmäßig					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. U. Oberlack					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 816	Modul Spezialvorlesungen: „Spinfreiheitsgrade in Beschleunigern“ <i>Module Topical Courses: „Advanced Accelerator Physics“</i>					08.128.816
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Spinfreiheitsgrade in Beschleunigern“ (WP)		2	P		138 h	6 LP
Vorlesung (WP)	V			3 SWS		
Übung (WP)	Ü			1 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß §5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Klausur (90-180 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Lernziel ist zunächst, das Grundverständnis für das Verhalten spinpolarisierter Ensembles zu entwickeln um dann zum kollektiven Verhalten in makroskopischen Feldern überzugehen (Thomas-BMT-Gleichung). Daraus ergibt sich die Beschreibung der Depolarisationsphänomene in Beschleunigern/Speicherringen. Im 2. Teil wird auf Systeme mit mikroskopischer Wechselwirkung (spinpol. Quellen und Polarimeter, Paritätsverletzung und Doppelpol-Experimente) eingegangen. Die VV ermöglicht das direkte Einsteigen in Master-Arbeiten mit Spinfreiheitsgraden (Beschleuniger, Streuexperimente, etc. ...).						
Inhalte						
Spin polarisierte Ensembles, Dichtematrix, Dirac-Gleichung, Thomas-BMT-Gleichung, Single-pass Spin Rotatoren, Sibirische Schlangen, Intrinsische- und Imperfektionsresonanzen, Sokolov-Ternov-Effekt, Spin-stabile Lösungen, Depolarisation durch Synchrotronstrahlung, Gleichgewichtspolarisationen, Spinpolarisierte Quellen, Analysierstärken als Streu-Observablen, Polarimetrie, Berechnung der Analysierstärke in der Mott-Streuung, Paritätsverletzende Observablen, Paritätsexperimente an Beschleunigern, Doppelpolarisationsexperimente mit pol. Targets und an Kollidern.						
Literatur						
<ul style="list-style-type: none"> • D. Barber: Introduction to Spin polarisation in accelerators and storage rings • B.W. Montague Physics Reports 113 (1984) 1-96 • A. Lehrach: Strahl und Spin-Dynamik von Hadronenstrahlen in Mittelenergiespeicherringen. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Schlüsseltechnologien, Jülich 2008 ISBN 978-3-89336-548-7 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Sommersemester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. K. Aulenbacher						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						
Sprache: Englisch						

4.5 Fokusvorlesungen

Das Angebot an Fokusvorlesungen ändert sich von Semester zu Semester und ist daher nur in Jogustine einsehbar. Die allgemeine Beschreibung des Moduls finden sie hier:

Modul 650	Modul „Fokusvorlesungen“					M.08.128.650
	<i>Module „Focus Courses“</i>					
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	W					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	3-9 LP = 90-270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Fokusvorlesung“ Vorlesung Übung (WP)	V Ü	1/2	W	1.5 SWS 0.5 SWS	69 h	3 LP
Oberseminar	OS	1/2	W	2 SWS	69 h	3 LP
Industriepraktikum	P	1/2	W	2 SWS	69 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	OS, P					
Aktive Teilnahme	gemäß §5Abs.3					
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben und/oder Projekten					
Modulprüfung	Das Modul wird nicht benotet					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Inhalte						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
3-9/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. M. Ostrick						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physics						
Sonstiges						

4.6 Forschungsphase

Modul 660	Spezialisierung <i>Specialization</i>					M.08.128.660	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Spezialisierung (P)		3	P	60 h	390 h	15 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Einarbeitung in des Forschungsvorhabens mit mindestens einem wöchentlichen Betreuungsgespräch						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	abschließender Seminarvortrag vor der Arbeitsgruppe						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Der/die Studierende erlernt innerhalb einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe <ul style="list-style-type: none"> • die zur Durchführung der Master-Arbeit erforderlichen Spezialkenntnisse, • die zur Durchführung der Master-Arbeit erforderlichen Methoden und • eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten. 							
Inhalte							
Es wird ein vorläufiges Thema der Master-Arbeit aus dem Forschungsvorhaben einer experimentellen oder theoretischen Arbeitsgruppe formuliert, in das sich der/die Studierende einarbeitet.							
Zugangsvoraussetzungen	Alle Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs im 1. und 2. Semester, eventuell mit Ausnahme der Spezialvorlesung II, der Vertiefenden Vorlesung und von Seminar II.						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch/Englisch Prüfungssprache Deutsch/Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	0/120 (das Modul ist unbenotet)						
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Ostrick						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics						
Sonstiges	Sprache: Englisch						

Modul 670	Methodenkenntnis <i>Methodological Knowledge</i>					M.08.128.670
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Methodenkenntnis (P)		3	P	60 h	390 h	15 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erlernen der Methoden mit mindestens einem wöchentlichen Betreuungsgespräch					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	abschließender Seminarvortrag vor der Arbeitsgruppe oder Erstellung eines Portfolios					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Der/die Studierende erlernt innerhalb einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe <ul style="list-style-type: none"> • die zur Durchführung der Master-Arbeit erforderlichen Spezialkenntnisse, • die zur Durchführung der Master-Arbeit erforderlichen Methoden und • eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten. 						
Inhalte						
Für das Thema der Master-Arbeit aus dem Forschungsvorhaben einer experimentellen oder theoretischen Arbeitsgruppe arbeitet sich der/die Studierende in die zur Durchführung der Master-Arbeit erforderlichen Methoden ein.						
Zugangsvoraussetzungen	Modul „Spezialisierung“					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch/Englisch Prüfungssprache Deutsch/Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Ostrick					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 969	Masterarbeit <i>Master Thesis</i>					A.08.128.969
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	30 LP = 900 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Masterarbeit (P)		4	P	110 h	760 h	29 LP
Abschlusskolloquium (P)		4	P	2 h	28 h	1 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erarbeiten der neuen Ergebnisse an der Grenze des Wissens mit mindestens einem wöchentlichen Betreuungsgespräch					
Studienleistung(en)	schriftliche Master-Arbeit					
Modulprüfung	Abschlusskolloquium vor der Arbeitsgruppe					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Inhalte						
Für das Thema der Master-Arbeit aus dem Forschungsvorhaben einer experimentellen oder theoretischen Arbeitsgruppe erarbeitet der/die Studierende neue Ergebnisse an der Grenze des Wissens.						
Zugangsvoraussetzungen	Module „Spezialisierung“ und „Methodenkenntnis“ der Forschungsphase					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch/Englisch Prüfungssprache Deutsch/Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	30/120 (siehe § 16 der PO)					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. M. Ostrick					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physics					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

4.7 Nichtphysikalische Fächer

4.7.1 Chemie

Modul 1005	Kernchemie <i>Nuclear Chemistry</i>					M.09.032.1005
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“ (WP)	V	1	P	2 SWS	39 h	2 LP
Übung „Einführung in die Kernchemie“ (WP)	Ü	1	P	1 SWS	49.5 h	2 LP
Kernchemisches Praktikum I (WP)	Pr	1	P	5 SWS	97.5 h	5 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30-45 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen die Grundlagen der Kern- und Radiochemie vermittelt bekommen. In den Übungen sollen darüber hinaus in Form von Kurzvorträgen Themen der angewandten Kernchemie vorgestellt werden. Im Praktikum sollen die Studierenden den Umgang mit offenen Radioaktivitäten beherrschen lernen.						
Inhalte						
<i>Einführung in die Kernchemie</i> Geschichte der Radioaktivität, Zerfallsgesetze, Einheiten der Radioaktivität, natürliche Radionuklide, Masse und Bindungsenergie von Kernen, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Kernradien, Kernspin, Kernmomente, Liquid-Drop Model, Schalenstruktur, -Zerfall, Cluster-Radioaktivität, Spontanspaltung, Strutinsky-Verfahren, Superschwere Elemente, - Zerfall, elektromagnetische Übergänge, Kernreaktionen, Energetik, Wirkungsquerschnitt, optisches Modell, Compoundkern, statistisches Modell, Niveaudichten, Präcompoundzerfall, direkte Reaktionen, induzierte Spaltung, Hochenergiereaktionen, Fermigasmodell, Schalenmodell, kollektive Anregungen, Nilsson-Modell, Paarkraft, Interacting Boson Approximation.						
<i>Kernchemisches Praktikum I</i> Herstellung und Messung radioaktiver Präparate, Statistik radioaktiver Zerfälle, Mutter- Tochter-Gleichgewicht, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, -Spektroskopie, Dosimetrie und Strahlenschutz, Kernreaktionen mit Neutronen, Nachweis der Kernspaltung, Anwendung von Radioisotopen, chemisches Verhalten eines Transuran-Elements.						
Zugangsvoraussetzungen	Die Vorlesung ist Voraussetzung für das Praktikum					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120					
Häufigkeit des Angebots						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. F. Rösch					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik					
Sonstiges	Sprache: Deutsch					

Modul 1006	Kernchemie (mit einer Spezialvorlesung) <i>Nuclear Chemistry (with one additional advanced course)</i>					M.09.032.1006
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	12 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“ (WP)	V	1	P	2 SWS	39 h	2 LP
Übung „Einführung in die Kernchemie“ (WP)	Ü	1	P	1 SWS	49.5 h	2 LP
Kernchemisches Praktikum I (WP)	Pr	1	P	5 SWS	97.5 h	5 LP
Spezialvorlesung I (WP)		1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30-45 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen die Grundlagen der Kern- und Radiochemie vermittelt bekommen. In den Übungen sollen darüber hinaus in Form von Kurzvorträgen Themen der angewandten Kernchemie vorgestellt werden. Im Praktikum sollen die Studierenden den Umgang mit offenen Radioaktivitäten beherrschen lernen. In der Spezialvorlesung erhalten die Studierenden Einblicke in forschungsnahe Themen.						
Inhalte						
<i>Einführung in die Kernchemie</i> Geschichte der Radioaktivität, Zerfallsgesetze, Einheiten der Radioaktivität, natürliche Radionuklide, Masse und Bindungsenergie von Kernen, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Kernradien, Kernspin, Kernmomente, Liquid-Drop Model, Schalenstruktur, -Zerfall, Cluster-Radioaktivität, Spontanspaltung, Strutinsky-Verfahren, Super-schwere Elemente, - Zerfall, elektromagnetische Übergänge, Kernreaktionen, Energetik, Wirkungsquerschnitt, optisches Modell, Compoundkern, statistisches Modell, Niveaudichten, Präcompoundzerfall, direkte Reaktionen, induzierte Spaltung, Hochenergiereaktionen, Fermigasmodell, Schalenmodell, kollektive Anregungen, Nilsson-Modell, Paarkraft, Interacting Boson Approximation.						
<i>Kernchemisches Praktikum I</i> Herstellung und Messung radioaktiver Präparate, Statistik radioaktiver Zerfälle, Mutter- Tochter-Gleichgewicht, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, -Spektroskopie, Dosimetrie und Strahlenschutz, Kernreaktionen mit Neutronen, Nachweis der Kernspaltung, Anwendung von Radioisotopen, chemisches Verhalten eines Transuran-Elements.						
<i>Spezialvorlesung I</i> Die Details zu den Spezialvorlesungen finden Sie im Modulhandbuch der Chemie.						
Zugangsvoraussetzungen	Die Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“ ist Voraussetzung für das Praktikum					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	12/120					
Häufigkeit des Angebots						

Modul 1006	Kernchemie (mit einer Spezialvorlesung) <i>Nuclear Chemistry (with one additional advanced course)</i>	M.09.032.1006
Begründung der Anwesenheitspflicht	Veranstaltungen	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. F. Rösch	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1007	Kernchemie (mit zwei weiteren Spezialvorlesungen) <i>Nuclear Chemistry (with two additional advanced courses)</i>		M.09.032.1007			
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“ (WP)	V	1	P	2 SWS	39 h	2 LP
Übung „Einführung in die Kernchemie“ (WP)	Ü	1	P	1 SWS	49.5 h	2 LP
Kernchemisches Praktikum I (WP)	Pr	1	P	5 SWS	97.5 h	5 LP
Spezialvorlesung I (WP)		1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Spezialvorlesung II (WP)		1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30-45 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen die Grundlagen der Kern- und Radiochemie vermittelt bekommen. In den Übungen sollen darüber hinaus in Form von Kurzvorträgen Themen der angewandten Kernchemie vorgestellt werden. Im Praktikum sollen die Studierenden den Umgang mit offenen Radioaktivitäten beherrschen lernen. In den Spezialvorlesungen erhalten die Studierenden Einblicke in forschungsnahe Themen.						
Inhalte						
<i>Einführung in die Kernchemie</i> Geschichte der Radioaktivität, Zerfallsgesetze, Einheiten der Radioaktivität, natürliche Radionuklide, Masse und Bindungsenergie von Kernen, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Kernradien, Kernspin, Kernmomente, Liquid-Drop Model, Schalenstruktur, -Zerfall, Cluster-Radioaktivität, Spontanspaltung, Strutinsky-Verfahren, Superschwere Elemente, - Zerfall, elektromagnetische Übergänge, Kernreaktionen, Energetik, Wirkungsquerschnitt, optisches Modell, Compoundkern, statistisches Modell, Niveaudichten, Präcompoundzerfall, direkte Reaktionen, induzierte Spaltung, Hochenergiereaktionen, Fermigasmodell, Schalenmodell, kollektive Anregungen, Nilsson-Modell, Paarkraft, Interacting Boson Approximation.						
<i>Kernchemisches Praktikum I</i> Herstellung und Messung radioaktiver Präparate, Statistik radioaktiver Zerfälle, Mutter- Tochter-Gleichgewicht, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, -Spektroskopie, Dosimetrie und Strahlenschutz, Kernreaktionen mit Neutronen, Nachweis der Kernspaltung, Anwendung von Radioisotopen, chemisches Verhalten eines Transuran-Elements.						
<i>Spezialvorlesung I und II</i> Die Details zu den Spezialvorlesungen finden Sie im Modulhandbuch der Chemie.						

Modul 1007	Kernchemie (mit zwei weiteren Spezialvorlesungen) <i>Nuclear Chemistry (with two additional advanced courses)</i>	M.09.032.1007
Zugangsvoraussetzungen	Die Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“ ist Voraussetzung für das Praktikum	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120	
Häufigkeit des Angebots		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. F. Rösch	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1010	Einführung in die Theoretische Chemie <i>Introduction to Theoretical Chemistry</i>		M.09.032.1010			
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung/Übung „Einführung in die Theoretische Chemie“ (WP)	V	1	P	5 SWS	127 h	6 LP
b) Praktikum „Computerchemie“ (WP)	Pr	1	P	5 SWS	37 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
a) Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse im Bereich der Theoretischen Chemie und “Computational Chemistry”						
b) Die Studierenden lernen im Praktikum ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren. Zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche erfolgt die Bewertung und Analyse der aktuellen Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.						
Inhalte						
a) Quantenmechanische Beschreibung von Mehrelektronensystemen, Born-Oppenheimer-Näherung, quantenmechanische Näherungsverfahren, Slater-Determinanten, Hartree-Fock-Theorie, „Computational Chemistry“, Basissatznäherung, Self-Consistent-Field-Verfahren, Elektronenkorrelation, Dichtefunktionaltheorie, Ab initio und semiempirische Verfahren, Kraftfeld-Methoden, Molekulardynamik- Simulationen						
b) Verwendung von quantenchemischen und molekulardynamischen Programmpakete zur Lösung chemischer Fragestellungen						
Zugangsvoraussetzungen	Zugangsvoraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die bestandene Klausur zur Vorlesung Einführung in die Theoretische Chemie.					

Modul 1010	Einführung in die Theoretische Chemie <i>Introduction to Theoretical Chemistry</i>	M.09.032.1010
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Grundkenntnisse der Quantenmechanik	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	a) jedes Semester (Im Rahmen der Reakkreditierung des Studienganges B. Sc. Chemie könnte es ein, dass der Turnus auf jährlich geändert wird.) b) jährlich im Sommersemester (im Semester oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit)	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Jürgen Gauß	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch Das Praktikum Computerchemie wird im Rahmen des Moduls „Theoretische Chemie“ und des Moduls „Einführung in die Theoretische Chemie“ angeboten. Insgesamt können 5 Studierende pro Jahr an dem Praktikum Computerchemie teilnehmen.	

Modul 1011	Theoretische Chemie <i>Theoretical Chemistry</i>					M.09.032.1011
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	12 LP = 360 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung/Übung „Theoretische Chemie 1“ (WP)	V	1	P	3 SWS	88 h	4 LP
b) Praktikum „Theoretische Chemie 1“ (WP)	Pr	1	P	5 SWS	7 h	2 LP
c) Vorlesung/Übung „Theoretische Chemie 2“ (WP)	V	1	P	3 SWS	88 h	4 LP
d) Praktikum „Computerchemie“ (WP)	Pr	1	P	5 SWS	7 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)	Kolloquium zum Praktikum Computerchemie					
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>a) Eingehendes Verständnis der Grundlagen der Quantenchemie, Umsetzung quantenchemischer Theorie in ein Computerprogramm</p> <p>b) Die Studierenden lernen im Praktikum ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren. Zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche erfolgt die Bewertung und Analyse der aktuellen Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</p> <p>c) Kenntnis und Verständnis moderner Methoden der Quantenchemie, Anwendung moderner Programmpakete zur Lösung chemischer Fragestellungen</p> <p>d) Die Studierenden lernen im Praktikum ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren. Zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche erfolgt die Bewertung und Analyse der aktuellen Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</p>						
Inhalte						
<p>a) Grundlagen (Schrödingergleichung, Born-Oppenheimer Näherung, Hartree-Fock Theorie, Dichtefunktionaltheorie, „Self-Consistent-Field“-Verfahren, Berechnung von Moleküleigenschaften)</p> <p>b) Verfassen eines Computerprogramms zur Durchführung einer quantenchemischen Rechnung</p> <p>c) Moderne quantenchemische Methoden (Elektronenkorrelation, Vielteilchentheorie, Zweite Quantisierung, Coupled-Cluster theory)</p> <p>d) Verwendung von quantenchemischen und molekulardynamischen Programmpakete zur Lösung chemischer Fragestellungen</p>						
Zugangsvoraussetzungen	Zugangsvoraussetzung für die Teilnahme am Praktikum „Theoretische Chemie 1“ ist die aktive Teilnahme an der Vorlesung/Übung „Theoretische Chemie 1“.					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Grundkenntnisse der Quantenmechanik Es wird empfohlen die Lehrveranstaltungen in folgender Reihenfolge zu absolvieren: a) und b) vor c) und d).					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	12/120					

Modul 1011	Theoretische Chemie <i>Theoretical Chemistry</i>	M.09.032.1011
Häufigkeit des Angebots	a) jährlich im Wintersemester b) jährlich im Wintersemester (als Block in der vorlesungsfreien Zeit) c) jährlich im Sommersemester d) jährlich im Sommersemester (im Semester oder als Block auch in der vorlesungsfreien Zeit)	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Jürgen Gauß	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch An dem Praktikum Theoretische Chemie 1 können 5 Studierende pro Jahr teilnehmen. Das Praktikum Computerchemie wird im Rahmen des Moduls „Theoretische Chemie“ und des Moduls „Einführung in die Theoretische Chemie“ angeboten. Insgesamt können 5 Studierende pro Jahr an dem Praktikum Computerchemie teilnehmen.	

4.7.2 Informatik

Hinweise:

Die Inhalte der Einführungsveranstaltungen „Einführung in die Programmierung“ und „Einführung in die Softwareentwicklung“ sowie die „Technische Informatik“ werden nicht akzeptiert.

Es können Lehrinhalte aus allen Schwerpunktfächern und aus dem theoretischen Grundlagenbereich (Theoretische Grundlagen der Informatik I + II, Datenstrukturen u. effiziente Algorithmen) gewählt werden.

Zu den regelmäßig angebotenen Schwerpunktveranstaltungen zählen Computergrafik (Computergrafik Teil I + II, Echtzeitbildverarbeitung, 3D Computer Vision) Informationssysteme (Datenbanken Teil I + II) Datenanalyse (Datenwarehouse + Data-Mining) Modellbildung + Simulation Clientseitige Webanwendungen + Serverseitige Webanwendungen Datenstrukturen u. effiziente Algorithmen Betriebssysteme + verteilte Systeme Kommunikationsnetze Software-Technik.

Zu den Lehrveranstaltungen (meistens in der Form: 2 SWS Vorlesung + 2 SWS-Übung = 6 LP) gibt es noch ergänzende Seminare (4 LP) und Praktika (3 LP).

Modul xx1	Informatik I <i>Computer Science I</i>						M.08.079.xx1
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Vorlesung A (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP	
Übung zur Vorlesung A (WP)	V	1	P	1 SWS	79.5 h	3 LP	
Praktikum zur Vorlesung A (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben						
Studienleistung(en)	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum						
Modulprüfung	Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Inhalte							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)							
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch							
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote							
9/120							
Häufigkeit des Angebots							
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter							
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen							
Sonstiges							
Sprache: Deutsch Weitere Details: siehe Modulhandbücher der Informatik							

Modul xx2	Informatik II <i>Computer Science II</i>					M.08.079.xx2
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	12 LP = 360 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung A (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Übung zur Vorlesung A (WP)	V	1	P	1 SWS	79.5 h	3 LP
Vorlesung B (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Übung zur Vorlesung B (WP)	V	1	P	1 SWS	79.5 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)	Jeweils eine Klausur (120 Min.) oder eine mündliche Prüfung (30 Min.) zu den Vorlesungen					
Modulprüfung	kumulativ aus den zwei Studienleistungen					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Inhalte						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
12/120						
Häufigkeit des Angebots						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch Weitere Details: siehe Modulhandbücher der Informatik						

Modul xx3	Informatik III <i>Computer Science III</i>					M.08.079.xx3
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung A (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Übung zur Vorlesung A (WP)	V	1	P	1 SWS	79.5 h	3 LP
Vorlesung B (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP

Modul xx3		Informatik III <i>Computer Science III</i>				M.08.079.xx3	
Übung zur Vorlesung B (WP)	V	1	P	1 SWS	79.5 h	3 LP	
Praktikum zur Vorlesung A oder B (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben						
Studienleistung(en)	Jeweils eine Klausur (120 Min.) oder eine mündliche Prüfung (30 Min.) zu den Vorlesungen Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum						
Modulprüfung	kumulativ aus den Studienleistungen						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Inhalte							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)							
					Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote							
					15/120		
Häufigkeit des Angebots							
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter							
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen							
Sonstiges							
					Sprache: Deutsch Weitere Details: siehe Modulhandbücher der Informatik		

Modul xx4		Informatik IV <i>Computer Science IV</i>				M.08.079.xx4	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul		P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)		16 LP = 480 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)		1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Vorlesung A (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP	
Übung zur Vorlesung A (WP)	V	1	P	1 SWS	79.5 h	3 LP	
Vorlesung B (WP)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP	
Übung zur Vorlesung B (WP)	V	1	P	1 SWS	79.5 h	3 LP	
Seminar zur Vorlesung A oder B (WP)	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	

Modul xx4	Informatik IV <i>Computer Science IV</i>	M.08.079.xx4
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:		
Anwesenheit		
Aktive Teilnahme	Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben	
Studienleistung(en)	Jeweils eine Klausur (120 Min.) oder eine mündliche Prüfung (30 Min.) zu den Vorlesungen Seminarvortrag	
Modulprüfung	kumulativ aus den Studienleistungen	
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Inhalte		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120	
Häufigkeit des Angebots		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		
Sonstiges	Sprache: Deutsch Weitere Details: siehe Modulhandbücher der Informatik	

4.7.3 Geschichte der Naturwissenschaften

Modul 060	Geschichte der Naturwissenschaften I <i>History of Natural Science I</i>					M.08.275.060
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Geschichte der Naturwissenschaft I (P)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
b) Seminar: Einführung in das wissenschaftshistorische Arbeiten (P)	S	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
c) Vorlesung: Geschichte der Naturwissenschaft II (P)	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
d) Lektürekurs (P)		1	P	2 SWS	69 h	3 LP
e) Übungen (P)	Ü	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Besuch aller Seminarveranstaltungen					
Studienleistung(en)	b) Vortrag und Essay d) Vortrag e) Essays und/oder Übungen					
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<ul style="list-style-type: none"> • Reflexion über Wissenschaft und ihre Strukturen sowie über grundlegende wissenschaftshistorische Konzepte • Eigenständige Literaturrecherche • Kritische Lektüre von wissenschaftshistorischen Quellen und Fachliteratur • Aufbau einer wissenschaftshistorischen Arbeit • Übung im Erörtern von methodischen und systematischen Aspekten der Wissenschaftsentwicklung. 						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Wissenschaftstheorie • Die Entwicklung der Naturwissenschaften im Kontext: <ul style="list-style-type: none"> – Anfänge wissenschaftlichen Denkens – Antike Wissenschaft und ihre Entwicklung bis zur Neuzeit – Wissenschaftliche Revolution – Wissenschaft in der Aufklärung – Institutionalisierung und Professionalisierung der Wissenschaft – Entwicklung wissenschaftlicher Grundbegriffe • Wissenschaft und Gesellschaft <ul style="list-style-type: none"> – Wissenschaft und Technik (Big Science) – Freiheit und Verantwortung der Wissenschaft – Wissenschaft und Krieg • Anleitung bei der Erschließung eines wissenschaftshistorischen Themas 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/180 (BSc) bzw. 15/120 (MSc)					

Modul 060	Geschichte der Naturwissenschaften I <i>History of Natural Science I</i>	M.08.275.060
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Sauer	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	BSc. Physik, MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch (eventuell Englisch)	

Modul 070	Geschichte der Naturwissenschaften II <i>History of Natural Science II</i>		M.08.275.070			
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Hauptseminar: Geschichte der Naturwissenschaft I (P)	S	1	P	2 SWS	129 h	5 LP
b) Lektürekurs (P)		1	P	2 SWS	99 h	4 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Besuch aller Seminarveranstaltungen					
Studienleistung(en)	a) Vortrag und schriftliche Hausarbeit b) Vortrag mit Ausarbeitung					
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<ul style="list-style-type: none"> • Selbständiges Erschließen einer Facette aus dem Modul Geschichte der Naturwissenschaften I • Mündliche Präsentation der Ergebnisse vor der Gruppe in einem Vortrag • Diskussion der Ergebnisse mit der Gruppe • Anfertigung einer wissenschaftshistorischen Arbeit • Kritische Lektüre von wissenschaftshistorischen Texten sowie kritisches Quellenstudium 						
Inhalte						
Vertiefung der Inhalte aus dem Modul „Geschichte der Naturwissenschaften I“						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul „Geschichte der Naturwissenschaften I“					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/180 (BSc) bzw. 9/120 (MSc)					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Sauer					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	BSc. Physik, MSc Physik					
Sonstiges	Sprache: Deutsch (eventuell Englisch)					

4.7.4 Mathematik

Hinweis zur Prüfungsform:

- Module ohne Option, d.h. mit nur einer Vorlesung, werden nach Wahl des jeweiligen Dozenten entweder mit einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung abgeschlossen. Der Dozent gibt die Wahl am Anfang der Vorlesungszeit bekannt. Wiederholungsprüfungen sind im gleichen Format (Klausur oder mündliche Prüfung) wie die erste Prüfung abzulegen
- Module mit Option, d.h. mit mehr als einer Vorlesung werden mit einer mündlichen Prüfung abgeschlossen.

Modul 1300	Funktionalanalysis <i>Functional Analysis</i>					M.08.105.1300
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Funktionalanalysis“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Verständnis für und Kompetenz im Umgang mit den abstrakten Begriffen, Methoden und Resultaten der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden und Resultaten der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden auf diese Probleme. Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit, insbesondere auch über mathematische Inhalte, wie sie durch das Bearbeiten von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen gefördert werden.						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Metrische Räume, normierte Räume, Banachräume • Topologische Begriffe, Separabilität, Kompaktheit • Lineare Operatoren und Dualität • Fortsetzung stetiger linearer Abbildungen • Satz von Hahn-Banach • Satz von Baire, Satz von der offenen Abbildung • Invertibilität und Spektrum • Hilberträume und Orthogonalreihen • Kompakte selbstadjungierte Operatoren im Hilbertraum 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Mathematik für Physiker 1 und 2		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				9/120		

Modul 1300	Funktionalanalysis <i>Functional Analysis</i>	M.08.105.1300
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1310	Funktionalanalysis (mit Funktionalanalysis II) <i>Functional Analysis (with Functional Analysis II)</i>						M.08.105.1310
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Vorlesung mit Übung „Funktionalanalysis“		1	P		207 h	9 LP	
Vorlesung (WP)	V			4 SWS			
Übung (WP)	Ü			2 SWS			
Vorlesung „Funktionalanalysis II“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Verständnis für und Kompetenz im Umgang mit den abstrakten Begriffen, Methoden und Resultaten der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden und Resultaten der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden auf diese Probleme. Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit, insbesondere auch über mathematische Inhalte, wie sie durch das Bearbeiten von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen gefördert werden. Nach Abschluss der Veranstaltung Funktionentheorie II haben die Studierenden zusätzlich Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden auf diese Probleme.							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> • Metrische Räume, normierte Räume, Banachräume • Topologische Begriffe, Separabilität, Kompaktheit • Lineare Operatoren und Dualität • Fortsetzung stetiger linearer Abbildungen • Satz von Hahn-Banach • Satz von Baire, Satz von der offenen Abbildung • Invertibilität und Spektrum • Hilberträume und Orthogonalreihen • Kompakte selbstadjungierte Operatoren im Hilbertraum 							
Zugangsvoraussetzungen							

Modul 1310	Funktionalanalysis (mit Funktionalanalysis II) <i>Functional Analysis (with Functional Analysis II)</i>	M.08.105.1310
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker 1 und 2	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1320	Partielle Differentialgleichungen <i>Partial differential equations</i>					M.08.105.1320
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Partielle Differentialgleichungen I“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Dieser Kurs vermittelt die Fähigkeit zum Umgang mit partiellen Differentialgleichungen. Das wird unter anderem durch Darstellungsformeln erreicht für die Lösungen der wichtigsten Aufgaben. Interpretationen vor dem Hintergrund der entsprechenden Fragestellungen aus Naturwissenschaft und Technik bieten sich an und sind unverzichtbarer Bestandteil. Dieser Kurs schafft Verständnis für die Verfahren der Computational Sciences und für die abstrakten Methoden der Analysis.						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Einige wichtige partielle Differenzialgleichungen • Trennung der Veränderlichen • Grundlösungen • Fouriertransformation • Lösung der inhomogenen Aufgabe • Anfangswertaufgabe für Wärmeleitungs- und Wellengleichung • Maximumprinzipien • Mittelwerteigenschaft harmonischer Funktionen • Laplacegleichung und Lösung des Dirichletproblems. 						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 1320	Partielle Differentialgleichungen <i>Partial differential equations</i>	M.08.105.1320
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker 1 und 2	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1330	Partielle Differentialgleichungen (mit part. Differentialgl. II) <i>Partial differential equations (with partial differential equations II)</i>					M.08.105.1330
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Partielle Differentialgleichungen I“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP
Vorlesung „Partielle Differentialgleichungen II“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Dieser Kurs vermittelt die Fähigkeit zum Umgang mit partiellen Differentialgleichungen. Das wird unter anderem durch Darstellungsformeln erreicht für die Lösungen der wichtigsten Aufgaben. Interpretationen vor dem Hintergrund der entsprechenden Fragestellungen aus Naturwissenschaft und Technik bieten sich an und sind unverzichtbarer Bestandteil. Dieser Kurs schafft Verständnis für die Verfahren der Computational Sciences und für die abstrakten Methoden der Analysis. Die Veranstaltung Partielle Differenzialgleichungen II vertieft die Kenntnisse über Begriffe, Methoden und Techniken der Theorie der partiellen Differentialgleichungen bis hin zu aktuellen Forschungsthemen, wobei die Fähigkeit, komplizierte Resultate in geeigneter Weise didaktisch aufzuarbeiten und kritisch zu reflektieren, geschult wird.						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Einige wichtige partielle Differenzialgleichungen • Trennung der Veränderlichen • Grundleösungen • Fouriertransformation • Lösung der inhomogenen Aufgabe • Anfangswertaufgabe für Wärmeleitungs- und Wellengleichung • Maximumprinzipien • Mittelwerteigenschaft harmonischer Funktionen • Laplacegleichung und Lösung des Dirichletproblems, • Lokalkonvexe Räume und Distributionen, • Sobolevräume, • Variationsmethode bei elliptischen Gleichungen, • Regularität schwacher Lösungen, • Randwertaufgaben für Evolutionsgleichungen, • Pseudodifferentialoperatoren. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Mathematik für Physiker 1 und 2		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				15/120		

Modul 1330	Partielle Differentialgleichungen (mit part. Differentialgl. II) <i>Partial differential equations (with partial differential equations II)</i>	M.08.105.1330
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1340	Grundlagen der Stochastik <i>Fundamentals in Stochastics</i>					M.08.105.1340
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Einführung in die Stochastik“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung „Einführung in die Stochastik“ sollen die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> • theoretische und praktische Kompetenz im Umgang mit Grundlagen der Stochastik erwerben, • die grundlegenden maßtheoriefreien, wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Begriffe und Konzepte sicher verstehen um diese zur Lösung konkreter Probleme einzusetzen. 						
Inhalte						
In der Vorlesung „Einführung in die Stochastik“ werden die folgenden grundlegenden Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Wahrscheinlichkeitsräume, Kombinatorik, Zufallsvariablen, Unabhängigkeit, • einfache Grenzwertsätze, • Markoff-Ketten, • statistische Tests, Schätzer, Konfidenzintervalle. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker 1 und 2					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120					
Häufigkeit des Angebots	Jährlich					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik					
Sonstiges	Sprache: Deutsch					

Modul 1350	Grundlagen der Stochastik <i>Fundamentals in Stochastics</i>					M.08.105.1350
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Einführung in die Stochastik“		1	P			
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Vorlesung „Stochastik I“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung „Einführung in die Stochastik“ sollen die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • theoretische und praktische Kompetenz im Umgang mit Grundlagen der Stochastik erwerben, • die grundlegenden maßtheoriefreien, wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Begriffe und Konzepte sicher verstehen um diese zur Lösung konkreter Probleme einzusetzen. <p>Ziel der Vorlesung Stochastik I ist die Befähigung zum sicheren Umgang mit dem systematischen maßtheoretischen Aufbau der Wahrscheinlichkeitstheorie und den zugrundeliegenden Grenzwertsätzen.</p>						
Inhalte						
<p>In der Vorlesung „Einführung in die Stochastik“ werden die folgenden grundlegenden Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wahrscheinlichkeitsräume, Kombinatorik, Zufallsvariablen, Unabhängigkeit, • einfache Grenzwertsätze, • Markoff-Ketten, • statistische Tests, Schätzer, Konfidenzintervalle, • Maß- und Integrationstheorie mit Ausrichtung auf die Wahrscheinlichkeitstheorie, • Konstruktion von (Familien von) Zufallsvariablen, • Gesetze der großen Zahl, charakteristische Funktionen, Zentraler Grenzwertsatz, bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker 1 und 2					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120					
Häufigkeit des Angebots	Jährlich					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik					
Sonstiges	Sprache: Deutsch					

Modul 1360	Stochastik I <i>Stochastics I</i>					M.08.105.1360
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Stochastik I“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Das Ziel ist die Befähigung zum sicheren Umgang mit dem systematischen maßtheoretischen Aufbau der Wahrscheinlichkeitstheorie und den Grundlegenden Grenzwertsätzen.						
Inhalte						
n der Vorlesung „Stochastik I“ werden u.a. behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Maß- und Integrationstheorie mit Ausrichtung auf die Wahrscheinlichkeitstheorie, • Konstruktion von (Familien von) Zufallsvariablen, • Gesetze der großen Zahl, charakteristische Funktionen, Zentraler Grenzwertsatz, • bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Grundlagen der Stochastik		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				9/120		
Häufigkeit des Angebots				Jährlich		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				ist der Studiengangsbeauftragte.		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				MSc Physik		
Sonstiges				Sprache: Deutsch		

Modul 1370	Stochastik I (mit Stochastik II) <i>Stochastics I (with Stochastics II)</i>					M.08.105.1370
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Stochastik I“ Vorlesung (WP)	V	1	P	4 SWS	207 h	9 LP

Modul 1370	Stochastik I (mit Stochastik II) <i>Stochastics I (with Stochastics II)</i>					M.08.105.1370	
Übung (WP)	Ü			2 SWS			
Vorlesung „Stochastik II“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Das Ziel ist die Befähigung zum sicheren Umgang mit dem systematischen maßtheoretischen Aufbau der Wahrscheinlichkeitstheorie und den Grundlegenden Grenzwertsätzen. In der Vorlesung Stochastik II erhalten die Studierenden eine Problemlösungskompetenz und wesentlich vertiefte Kenntnisse in den zentralen Themenbereichen der modernen Stochastik.							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> • Maß- und Integrationstheorie mit Ausrichtung auf die Wahrscheinlichkeitstheorie, • Konstruktion von (Familien von) Zufallsvariablen, • Gesetze der großen Zahl, charakteristische Funktionen, Zentraler Grenzwertsatz, • bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte. • stochastische Prozesse • Martingale • Markovprozesse • Eigenschaften der Brownschen Bewegung • Satz vom iterierten Logarithmus • austauschbare Verteilungen • Invarianzprinzipien • Einbettungssätze • große Abweichungen 							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Grundlagen der Stochastik			
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch			
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				15/120			
Häufigkeit des Angebots				Jährlich			
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				ist der Studiengangsbeauftragte.			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				MSc Physik			
Sonstiges				Sprache: Deutsch			

Modul 580	Stochastik 2 <i>Stochastics 2</i>					M.08.105.580	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Vorlesung „Stochastik II“	V	1	P	4 SWS	120 h	6 LP	
Vorlesung „Stochastik III“	V	1	P	4 SWS	120 h	6 LP	

Modul 580	Stochastik 2 <i>Stochastics 2</i>				M.08.105.580	
Modulprüfung		1	P		90 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Problemlösungskompetenz und wesentlich vertiefte Kenntnisse in den zentralen Themenbereichen der modernen Stochastik. Durch Spezialisierung (Vorlesung in fortgeschrittener Stochastik) wird danach in einem ausgewählten Spezialgebiet der Weg zu eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten vorbereitet.						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • stochastische Prozesse • Martingale • Markovprozesse • Eigenschaften der Brownschen Bewegung • Satz vom iterierten Logarithmus • austauschbare Verteilungen • Invarianzprinzipien • Einbettungssätze • große Abweichungen • Auswahl u. a. aus folgenden Themen: Stochastische Analysis; Mathematische Statistik; Stochastische Prozesse. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Grundlagen der Stochastik und Stochastik I		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				15/120		
Häufigkeit des Angebots				Jährlich		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				ist der Studiengangsbeauftragte. Hauptamtlich		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				MSc Physik		
Sonstiges				Sprache: Deutsch		

Modul 1380	Grundlagen der Numerik <i>Basic Numerics</i>					M.08.105.1380
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Grundlagen der Numerik“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Studierende, die das Modul „Grundlagen der Numerik“ erfolgreich abschließen, sollen						
<ul style="list-style-type: none"> • ein Grundverständnis zentraler Problemstellungen und Lösungstechniken der Numerischen Mathematik entwickelt haben, • in der Lage sein, die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens zu beurteilen und • weitergehende Erfahrungen mit der Entwicklung und Analyse numerischer Algorithmen zur Behandlung diskreter Gleichungssysteme und der Funktionenapproximation gemacht haben. 						
Inhalte						
Es werden vorwiegend						
<ul style="list-style-type: none"> • numerische Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme, • Verfahren zur Integration und zur Interpolation bzw. Approximation vorgegebener Funktionen und einige Modellierungsbeispiele behandelt bzw. vorgestellt. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Mathematik für Physiker 1 und 2						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
9/180 (BSc) bzw. 9/120 (MSc)						
Häufigkeit des Angebots						
Jährlich						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
ist der Studiengangsbeauftragte.						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
BSc Physik, MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch						

Modul 1390	Grundlagen der Numerik <i>Basic Numerics</i>					M.08.105.1390
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					

Modul 1390		Grundlagen der Numerik <i>Basic Numerics</i>				M.08.105.1390	
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Vorlesung mit Übung „Grundlagen der Numerik“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP	
Vorlesung „Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
<p>Studierende, die das Modul „Grundlagen der Numerik“ erfolgreich abschließen, sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ein Grundverständnis zentraler Problemstellungen und Lösungstechniken der Numerischen Mathematik entwickelt haben, • in der Lage sein, die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens zu beurteilen und • weitergehende Erfahrungen mit der Entwicklung und Analyse numerischer Algorithmen zur Behandlung diskreter Gleichungssysteme und der Funktionenapproximation gemacht haben. <p>Nach Abschluss der Vorlesung „Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen“ erhalten sie die Fähigkeit zu einem System gewöhnlicher Differentialgleichungen das adäquate numerische Lösungsverfahren auszuwählen und ggf. zu implementieren und grundlegende Kenntnisse über die möglichen Stabilitätsprobleme sowie adaptive Steuerungsmechanismen.</p>							
Inhalte							
<p>Es werden vorwiegend</p> <ul style="list-style-type: none"> • numerische Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme, • Verfahren zur Integration und zur Interpolation bzw. Approximation vorgegebener Funktionen und einige Modellierungsbeispiele behandelt bzw. vorgestellt und • numerische Algorithmen zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in Form von Anfangs- und Randwertaufgaben behandelt. 							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Mathematik für Physiker 1 und 2			
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch			
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				15/180 (BSc) bzw. 15/120 (MSc)			
Häufigkeit des Angebots				Jährlich			
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				ist der Studiengangsbeauftragte.			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				BSc Physik, MSc Physik			
Sonstiges				Sprache: Deutsch			

Modul 1400		Numerik von Differentialgleichungen <i>Numerics of differential equations</i>		M.08.105.1400	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h				
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1				

Modul 1400		Numerik von Differentialgleichungen <i>Numerics of differential equations</i>			M.08.105.1400	
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Nach Abschluss der optionalen Vorlesung „Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen“ erhalten die Studierenden die Fähigkeit zu einem System gewöhnlicher Differentialgleichungen das adäquate numerische Lösungsverfahren auszuwählen und ggf. zu implementieren und grundlegende Kenntnisse über die möglichen Stabilitätsprobleme sowie adaptive Steuerungsmechanismen.						
Inhalte						
Die Vorlesung behandelt numerische Algorithmen zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in Form von Anfangs- und Randwertaufgaben.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Grundlagen der Numerik		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				9/120		
Häufigkeit des Angebots				Jährlich		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				ist der Studiengangsbeauftragte.		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				MSc Physik		
Sonstiges				Sprache: Deutsch		

Modul 1410		Numerik von Differentialgleichungen <i>Numerics of differential equations</i>			M.08.105.1410	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul		P				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)		15 LP = 450 h				
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)		1				
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP
Vorlesung „Numerik partieller Differentialgleichungen“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP

Modul 1410	Numerik von Differentialgleichungen <i>Numerics of differential equations</i>	M.08.105.1410
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:		
Anwesenheit		
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.	
Studienleistung(en)		
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).	
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Nach Abschluss der optionalen Vorlesung „Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen“ erhalten die Studierenden die Fähigkeit zu einem System gewöhnlicher Differentialgleichungen das adäquate numerische Lösungsverfahren auszuwählen und ggf. zu implementieren und grundlegende Kenntnisse über die möglichen Stabilitätsprobleme sowie adaptive Steuerungsmechanismen.		
Inhalte		
Die erste Vorlesung behandelt numerische Algorithmen zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in Form von Anfangs- und Randwertaufgaben. In der zweiten Vorlesung erlangen die Studierenden Grundlegende Verfahren zur Lösung elliptischer und parabolischer Differentialgleichungen (finite Elemente, finite Differenzen, Zeitintegration) sowie skalarer hyperbolischer Erhaltungsgleichungen in einer Variablen (Godunov-Verfahren).		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Grundlagen der Numerik	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1420	Algebra <i>Algebra</i>					M.08.105.1420
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Computeralgebra“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					

Modul 1420	Algebra <i>Algebra</i>	M.08.105.1420
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Die Studierenden erlangen ein <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis von konstruktiven und algorithmischen Methoden der Algebra und Zahlentheorie. • sicheren Umgang mit abstrakten algebraischen Begriffen und • die Befähigung Aufgaben aus der Zahlentheorie, linearen Algebra und kommutativen Algebra algorithmisch zu lösen und erfolgreich zu implementieren. 		
Inhalte		
Die folgenden Themen werden u.a. behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der kommutativen Algebra; • Algorithmen zur Faktorisierung ganzer Zahlen; Primzahltests • Polynomringe in mehreren Variablen; • Monomiale Ordnungen; Standardbasen; Buchberger Algorithmus; • Affine Varietäten, Dimension, Eliminationstheorie. • Faktorisierungsalgorithmen von Polynome über endlichen Körpern und über den ganzen Zahlen; • Implementierung algebraischer Algorithmen in einem spezialisierten Computeralgebrasystem wie z.B. Singular, Macaulay2, Pari/GP. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1430	Algebra <i>Algebra</i>	M.08.105.1430				
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Computeralgebra“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Vorlesung „Körper, Ringe, Moduln“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					

Modul 1430	Algebra <i>Algebra</i>	M.08.105.1430
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
<p>Die Studierenden erlangen ein</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis von konstruktiven und algorithmischen Methoden der Algebra und Zahlentheorie. • sicheren Umgang mit abstrakten algebraischen Begriffen und • die Befähigung Aufgaben aus der Zahlentheorie, linearen Algebra und kommutativen Algebra algorithmisch zu lösen und erfolgreich zu implementieren, • ein Verständnis von grundlegenden Methoden der Polynomalgebra und Lösungstheorie von algebraischen Gleichungen, • ein solides Wissen im Bereich der abstrakten Algebra und verwandten angrenzenden Bereichen, sowie • die Beherrschung von konstruktiven Verfahren und Computersoftware, um algorithmische Probleme in der abstrakten Algebra zu lösen. 		
Inhalte		
<p>Die folgenden Themen werden u.a. behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der kommutativen Algebra; • Algorithmen zur Faktorisierung ganzer Zahlen; Primzahltests • Polynomringe in mehreren Variablen; • Monomiale Ordnungen; Standardbasen; Buchberger Algorithmus; • Affine Varietäten, Dimension, Eliminationstheorie. • Faktorisierungsalgorithmen von Polynome über endlichen Körpern und über den ganzen Zahlen; • Implementierung algebraischer Algorithmen in einem spezialisierten Computeralgebrasystem wie z.B. Singular, Macaulay2, Pari/GP; • Elementarteiler und Klassifikation von endlich erzeugte Modulen über Hauptidealringe • Körpererweiterungen, algebraischer Abschluß • Abstrakte Galoistheorie • Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Auflösbarkeit von Gleichungen • Algorithmische Verfahren in der Galoistheorie • ganze Ringerweiterungen, normale Ringe • Grundbegriffe der kommutativen Algebra, Dimensionstheorie • Algebraische und Transzendente Zahlen. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1440	Topologie <i>Topology</i>					M.08.105.1440
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Topologie“		1	P			
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden erwerben grundlegender Kenntnisse in mengentheoretischer und algebraischer Topologie, die Befähigung zum Umgang mit kategoriellen und funktoriellen Konzepten und das Denken in universellen Konstruktionen und universellen Beispielen.						
Inhalte						
Vertiefung der Grundlagen der mengentheoretischen Topologie: Trennungs- und Kompaktheitsaxiome und ihre Relationen. Universelle Konstruktionen: Produkte und Koprodukte, Limiten und Kolimiten. Die Fundamentalgruppe und Überlagerungstheorie. Klassifikation zweidimensionaler kompakter Mannigfaltigkeiten.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Mathematik für Physiker						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
9/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jährlich						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
ist der Studiengangsbeauftragte.						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch						

Modul 1450	Topologie (mit Vorlesung „Algebraische Kurven und Riemansche Flächen“) <i>Topology (with lecture „Algebraic curves and Riemannian surfaces“)</i>					M.08.105.1450
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Topologie“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP
Vorlesung „Algebraische Kurven und Riemansche Flächen“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden erwerben grundlegender Kenntnisse in mengentheoretischer und algebraischer Topologie, die Befähigung zum Umgang mit kategoriellen und funktoriellen Konzepten und das Denken in universellen Konstruktionen und universellen Beispielen. Im Rahmen der Vorlesung Algebraische Kurven und Riemann'sche Flächen erwerben die Studierenden						
<ul style="list-style-type: none"> • vertiefte und erweiterte geometrische Grundkenntnisse über Gerade und Kegelschnitt zu Kurven höheren Grades • Grundkenntnissen über die geschichtliche Entwicklung der Theorie der Kurven. • Kenntnis der einfachsten algebraischen und geometrischen Invarianten einer Kurve, • algebraischen und geometrische Arbeitstechniken zur Bestimmung dieser Invarianten, sowie • erste Einblicke in die tieferen Zusammenhänge zwischen algebraischen, geometrischen und funktionentheoretischen Sichtweisen. 						
Inhalte						
Vertiefung der Grundlagen der mengentheoretischen Topologie: Trennungs- und Kompaktheitsaxiome und ihre Relationen. Universelle Konstruktionen: Produkte und Koprodukte, Limiten und Kolimiten. Die Fundamentalgruppe und Überlagerungstheorie. Klassifikation zweidimensionaler kompakter Mannigfaltigkeiten.						
In der zweiten Vorlesung werden u.a. folgenden Themen behandelt:						
<ul style="list-style-type: none"> • Klassische Beispiele ebener algebraischer Kurven • Problem der rationalen Parametrisierbarkeit • Elliptische Kurven • Affiner Koordinatenring, Körper der rationale Funktionen, • Singuläre und reguläre Punkte, Multiplizität, Tangenten • Projektiver Abschluß • Schnitt zweier Kurven, Schnittpunktmultiplizität, Satz von Bézout • Riemansche Fläche zu einer Kurve, Geschlecht, Satz von Zeuthen-Hurwitz • Weierstraßsche Parametrisierung von elliptischen Kurven • Duale Kurve und Plücker-Formeln. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Mathematik für Physiker		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				15/120		

Modul 1450	Topologie (mit Vorlesung „Algebraische Kurven und Riemansche Flächen“) <i>Topology (with lecture „Algebraic curves and Riemannian surfaces“)</i>	M.08.105.1450
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1460	Computeralgebra <i>Computer algebra</i>					M.08.105.1460
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Computeralgebra“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
ie Studierenden erlangen ein <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis von konstruktiven und algorithmischen Methoden der Algebra und Zahlentheorie. • Sicheren Umgang mit abstrakten algebraischen Begriffen und • die Befähigung Aufgaben aus der Zahlentheorie, linearen Algebra und kommutativen Algebra algorithmisch zu lösen und erfolgreich zu implementieren. 						
Inhalte						
Die folgenden Themen werden u.a. behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der kommutativen Algebra; • Algorithmen zur Faktorisierung ganzer Zahlen; Primzahltests • Polynomringe in mehreren Variablen; • Monomiale Ordnungen; Standardbasen; Buchberger Algorithmus; • Affine Varietäten, Dimension, Eliminationstheorie. • Faktorisierungsalgorithmen von Polynome über endlichen Körpern und über den ganzen Zahlen; • Implementierung algebraischer Algorithmen in einem spezialisierten Computeralgebrasystem wie z.B. Singular, Macaulay2, Pari/GP. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120					
Häufigkeit des Angebots	Jährlich					

Modul 1460	Computeralgebra <i>Computer algebra</i>	M.08.105.1460
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 1470	Computeralgebra (mit Zahlentheorie) <i>Computer algebra (with Number Theory)</i>		M.08.105.1470			
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Computeralgebra“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Vorlesung „Zahlentheorie“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Studierenden erlangen ein</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis von konstruktiven und algorithmischen Methoden der Algebra und Zahlentheorie. • Sicheren Umgang mit abstrakten algebraischen Begriffen und • die Befähigung Aufgaben aus der Zahlentheorie, linearen Algebra und kommutativen Algebra algorithmisch zu lösen und erfolgreich zu implementieren; • ein tieferes Verständnis von Methoden der Zahlentheorie, die über den Stoff der Elementaren Zahlentheorie hinausgehen und • ein sicheres Beherrschen von theoretischen Methoden aus dem Bereich der Algebraischen Zahlentheorie. <p>In der Praxis werden solide Kenntnisse aus der modernen algorithmischen Zahlentheorie an Hand von Beispielen und mittels Softwaretools erworben.</p>						

Modul 1470	Computeralgebra (mit Zahlentheorie) <i>Computer algebra (with Number Theory)</i>	M.08.105.1470
Inhalte		
Die folgenden Themen werden u.a. behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der kommutativen Algebra; • Algorithmen zur Faktorisierung ganzer Zahlen; Primzahltests • Polynomringe in mehreren Variablen; • Monomiale Ordnungen; Standardbasen; Buchberger Algorithmus; • Affine Varietäten, Dimension, Eliminationstheorie. • Faktorisierungsalgorithmen von Polynome über endlichen Körpern und über den ganzen Zahlen; • Implementierung algebraischer Algorithmen in einem spezialisierten Computeralgebrasystem wie z.B. Singular, Macaulay2, Pari/GP, • Kongruenzrechnung, Primitivwurzeln, Primzahltests • Diophantische Gleichungssysteme • Quadratische Reziprozität, Hasse Prinzip • p-adische Zahlen und Hilbertsymbole • Reelle Zahlen und Kettenbrüche, Pellsche Gleichung • quadratische Zahlkörper und quadratische Formen • Grundbegriffe der algebraischen Zahlentheorie • Moderne Algorithmische Methoden in der Zahlentheorie • Anwendungen in der Kryptographie 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		Mathematik für Physiker
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)		Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote		15/120
Häufigkeit des Angebots		Jährlich
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter		ist der Studiengangsbeauftragte.
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		MSc Physik
Sonstiges		Sprache: Deutsch

Modul 10050	Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten <i>Differential Geometry and Manifolds</i>					M.08.105.10050
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Elementare Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten“		1	P			
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
					207 h	9 LP

Modul 10050	Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten <i>Differential Geometry and Manifolds</i>	M.08.105.10050
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:		
Anwesenheit		
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.	
Studienleistung(en)		
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).	
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Verständnis und sicherer Umgang mit grundlegenden Begriffen der elementaren Differentialgeometrie, insbesondere der Krümmungstheorie von Kurven und Flächen im Euklidischen Raum. Ferner Verständnis und sicherer Umgang mit dem Differentialformenkalkül auf allgemeinen Mannigfaltigkeiten, Kenntnis und Beherrschung der Integralsätze auf Mannigfaltigkeiten.		
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Kurven und Flächen in Euklidischen Räumen • Tangential- und Normalenvektoren, kovariante Ableitung • Integrierbarkeitsbedingungen, Krümmungstheorie • Grundlagen der Topologie, Mannigfaltigkeiten • Differentialformenkalkül • Integralsätze auf Mannigfaltigkeiten • Satz von Gauß-Bonnet • de Rham-Kohomologie 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/180 (BSc) bzw. 9/120 (MSc)	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	BSc Physik, MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 10040	Funktionentheorie <i>Function Theory</i>					M.08.105.10040
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Funktionentheorie“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP

Modul 10040	Funktionentheorie <i>Function Theory</i>	M.08.105.10040
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:		
Anwesenheit		
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.	
Studienleistung(en)		
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).	
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Verständnis für grundlegende Begriffe und Resultate aus zwei klassischen Bereichen der Analysis. Fähigkeit zum kompetenten Einsatz dieser Methoden bei den entsprechenden Anwendungen.		
Inhalte		
Holomorphe und meromorphe Funktionen, Cauchysche Integralsätze, Satz von Liouville, Residuensatz und Anwendungen, Montelscher Familiensatz, Existenzsätze von Mittag-Leffler und Weierstraß, einige spezielle Funktionen, z. B. die Gammafunktion, Rungescher Approximationssatz, Weierstraßsche p-Funktion, Verzweigungspunkte und einfache Beispiele für Riemannsche Flächen.		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mathematik für Physiker	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 140	Zahlentheorie <i>Number Theory</i>	M.08.105.140				
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 LP = 270 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Zahlentheorie“		1	P		207 h	9 LP
Vorlesung (WP)	V			4 SWS		
Übung (WP)	Ü			2 SWS		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Tieferes Verständnis von Methoden der Zahlentheorie, die über den Stoff der Elementaren Zahlentheorie hinausgehen. Sicheres Beherrschen von theoretischen Methoden aus dem Bereich der Algebraischen Zahlentheorie. In der Praxis werden solide Kenntnisse aus der modernen algorithmischen Zahlentheorie an Hand von Beispielen und mittels Softwaretools erworben.						

Modul 140	Zahlentheorie <i>Number Theory</i>	M.08.105.140
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Kongruenzrechnung, Primitivwurzeln, Primzahltests • Diophantische Gleichungssysteme • Quadratische Reziprozität, Hasse Prinzip • P-adische Zahlen und Hilbertsymbole • Reelle Zahlen und Kettenbrüche, Pellsche Gleichung • Quadratische Zahlkörper und quadratische Formen • Grundbegriffe der algebraischen Zahlentheorie • Moderne Algorithmische Methoden in der Zahlentheorie • Anwendungen in der Kryptographie 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		Mathematik für Physiker
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)		Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote		9/120
Häufigkeit des Angebots		Jährlich
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter		ist der Studiengangsbeauftragte.
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		MSc Physik
Sonstiges		Sprache: Deutsch

Modul 650	Vertiefungsmodul Analysis <i>Vertiefungsmodul Analysis</i>						M.08.105.650
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung „Vertiefung Analysis I“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP	
b) Vorlesung „Vertiefung Analysis II“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP	
c) Modulprüfung					90 h		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme							
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Inhalte							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						15/180 (BSc) bzw. 15/120 (MSc)	

Modul 650	Vertiefungsmodul Analysis <i>Vertiefungsmodul Analysis</i>	M.08.105.650
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	BSc Physik, MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch Weitere Details: siehe Modulhandbuch der Mathematik	

Modul 560	Funktionalanalysis <i>Functional Analysis</i>						M.08.105.560
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung „Funktionalanalysis II“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP	
b) Vorlesung „Funktionalanalysis III“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP	
c) Modulprüfung					90 h		
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Verständnis für und Kompetenz im Umgang mit abstrakten Begriffen, Methoden und weiterführenden Bereichen der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden auf diese Probleme. Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit, insbesondere auch über die hier behandelten mathematischen Inhalte.							
Inhalte							
Zu a): Dualitätstheorie von Banachräumen; Kompakte Operatoren und Fredholmoperatoren; Spektralsatz für beschränkte selbstadjungierte Operatoren; Funktionalkalkül und holomorphe Banachraum-wertige Funktionen; C*-Algebren und GNS-Darstellung. Zu b): Auswahl aus folgenden Themen: Variationsrechnung; Operatoralgebren; Topologische nichtlineare Analysis; Spektraltheorie auch für unbeschränkte Operatoren; Operatorhalbgruppen und Evolutionsgleichungen; Fourieroperatoren, Mikrolokale Analysis, Pseudodifferentialoperatoren; Topologische Algebren.							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Funktionalanalysis I						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120						
Häufigkeit des Angebots	Jährlich						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte.						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik						
Sonstiges	Sprache: Deutsch						

Modul 625	Vertiefungsmodul Eichtheorie <i>Vertiefungsmodul Eichtheorie</i>					M.08.105.625
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung „Eichtheorie I“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
b) Vorlesung „Eichtheorie II“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
c) Modulprüfung					90 h	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Inhalte						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
15/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jährlich						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
ist der Studiengangsbeauftragte.						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch Weitere Details: siehe Modulhandbuch der Mathematik						

Modul 070	Grundlagen der numerischen Mathematik <i>Basic Numerics</i>					M.08.105.070
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	12 LP = 360 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung mit Übung „Grundlagen der Numerik“ Vorlesung (WP) Übung (WP)	V Ü	1	P	4 SWS 2 SWS	207 h	9 LP
Praktikum zur Grundlagen der Numerik	Pr	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.) oder Klausur (120 Min.).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Studierende, die das Modul „Grundlagen der Numerik“ erfolgreich abschließen, sollen						
<ul style="list-style-type: none"> • ein Grundverständnis zentraler Problemstellungen und Lösungstechniken der Numerischen Mathematik entwickelt haben, • in der Lage sein, die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens zu beurteilen und • weitergehende Erfahrungen mit der Entwicklung und Analyse numerischer Algorithmen zur Behandlung diskreter Gleichungssysteme und der Funktionenapproximation gemacht haben. 						
Inhalte						
Es werden vorwiegend						
<ul style="list-style-type: none"> • numerische Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme, • Verfahren zur Integration und zur Interpolation bzw. Approximation vorgegebener Funktionen und einige Modellierungsbeispiele behandelt bzw. vorgestellt. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Mathematik für Physiker 1 und 2		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				12/180		
Häufigkeit des Angebots				Jährlich		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				ist der Studiengangsbeauftragte.		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				BSc Physik		
Sonstiges				Sprache: Deutsch		

Modul 540	Komplexe Differentialgeometrie <i>Complex Differential Geometry</i>					M.08.105.540
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					

Modul 540	Komplexe Differentialgeometrie <i>Complex Differential Geometry</i>					M.08.105.540
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung „Komplexe Differentialgeometrie I“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
b) Vorlesung „Komplexe Differentialgeometrie II“	V	1	P	4 SWS	138 h	6 LP
c) Modulprüfung					90 h	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung der Übungsaufgaben und mündliche Präsentation eigener Lösungen.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Erwerb von fortgeschrittenen Kenntnissen in der Theorie der Kählermannigfaltigkeiten. Sicherer Umgang mit abstrakten Begriffen in den Bereichen Komplexe Analysis, Algebra und Topologie. Befähigung zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit.						
Inhalte						
Zu a): Hodgetheorie, Theorie der Kählermannigfaltigkeiten, Kodairascher Einbettungssatz. Zu b): Auswahl aus folgenden Themen: Komplexe Vektorbündel; Hyperkählermannigfaltigkeiten; D-Moduln; Variation von gemischten Hodgestrukturen.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Algebraische Kurven und Riemannsche Flächen		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				15/120		
Häufigkeit des Angebots				Jährlich		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				ist der Studiengangsbeauftragte.		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				MSc Physik		
Sonstiges				Sprache: Deutsch		

Modul 500	Algebraische Geometrie <i>Algebraic Geometry</i>					M.08.105.500
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	15 LP = 450 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung „Algebraische Geometrie I“	V	1	P	4 SWS	120 h	6 LP
Vorlesung „Algebraische Geometrie II“	V	1	P	4 SWS	120 h	6 LP
Modulprüfung		1	P		90 h	3 LP

Modul 500	Algebraische Geometrie <i>Algebraic Geometry</i>	M.08.105.500
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:		
Anwesenheit		
Aktive Teilnahme		
Studienleistung(en)		
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min.)	
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Erwerb von fortgeschrittenen Kenntnissen in einem zentralen Teilgebiet der Mathematik und mögliche Vorbereitung auf die Anfertigung einer Masterarbeit. Beherrschung der Kernprinzipien der algebraischen Geometrie. Befähigung zum Umgang mit der modernen Sprache der Schemata und Garben. In Algebraische Geometrie II folgt eine Vertiefung in einem Spezialgebiet mit Anschluss an aktuelle Fragestellungen in der Forschung		
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe über affine und projektive Varietäten • Entwicklung des Schema-Begriffs • Garben und Garbenkohomologie • Divisoren, Geradenbündel, Morphismen in projektiven Räumen • Theorie der Kurven. • Auswahl aus folgenden Themen: Klassifikation von algebraischen Flächen; Schnitttheorie; Modulraumtheorie; Mori-Theorie. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Algebraische Kurven und Riemannsche Flächen. Kenntnisse des Moduls Algebra sind wünschenswert.	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	15/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	ist der Studiengangsbeauftragte. Hauptamtlich	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MSc Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

4.7.5 Meteorologie

Sie finden die Beschreibung der Module in den Modulhandbüchern des BSc und MSc Meteorologie, die Sie unter dieser URL einsehen können:

<https://www.studium.fb08.uni-mainz.de/downloadcenter-meteorologie/>

4.7.6 Philosophie

Modul 061	Basismodul (historisch) - Philosophie der Neuzeit <i>Basismodul (historisch) - Philosophie der Neuzeit</i>					M.05.127.061
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	5 LP = 150 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Oberseminar: Philosophie der Neuzeit	S	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
Modulprüfung		1	P		30 h	1 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Hausarbeit (8-10 Seiten) oder Referat (+ Ausarbeitung 5 Seiten) oder Klausur (90 Min.) oder mündl. Prüfung (20 Min.) in a)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über breites philosophie-historisches Basiswissen und sind mit den wichtigsten Begriffen und Positionen der von ihnen untersuchten philosophie-geschichtlichen Epochen vertraut. • haben Erkenntnisse über die geistesgeschichtlichen Grundlagen philosophie-geschichtlicher Entwicklungen gewonnen und Einblick in die historische Bedingtheit philosophischer Disziplinen und Positionen erhalten. • sind in der Lage, bei der Analyse von Schlüsseltexten der europäischen Philosophiegeschichte hermeneutische, textkritische und logisch-analytische Methoden anzuwenden, zwischen historischen und systematischen Fragestellungen zu differenzieren, sowie komplexe geistesgeschichtliche Zusammenhänge zu erfassen, distanziert darzustellen und kritisch zu hinterfragen. • verfügen über die Fähigkeit zu Analyse, Interpretation und Kritik von philosophischen Schlüsseltexten der Antike, des Mittelalters und der Neuzeit • sowie über die Fähigkeit zur Kontextualisierung und Aktualisierung epochenspezifischer philosophischer Probleme. • Stärkung der Methodenkompetenz. 						
Inhalte						
Intensive Beschäftigung mit grundlegenden Fragen und Positionen der Geschichte der Philosophie. Besuch von Veranstaltungen aus der Philosophie der Neuzeit.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
5/120						
Häufigkeit des Angebots						
jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Univ.-Prof. Dr. Heiner F. Klemme Hauptamtliche						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch						

Modul 063	Aufbaumodul (historisch) - Philosophie der Neuzeit <i>Aufbaumodul (historisch) - Philosophie der Neuzeit</i>					M.05.127.063
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	5 LP = 150 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Oberseminar: Philosophie der Neuzeit	S	2	P	2 SWS	99 h	4 LP
Modulprüfung		2	P		30 h	1 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Hausarbeit (8-10 Seiten) oder Referat (+ Ausarbeitung 5 Seiten) oder Klausur (90 Min.) oder mündl. Prüfung (20 Min.) in a)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> haben die im historischen Basismodul erworbenen Erkenntnisse und Kompetenzen gefestigt und ausgebaut. verfügen über fundiertes Wissen über die wichtigsten Themen, Positionen, Methoden und Argumentationsweisen innerhalb der von ihnen bearbeiteten Epochen der Philosophie, sowie über deren Wirkungsgeschichte. verstehen es, die ihnen vermittelten Methoden der Philosophiegeschichte (z.B. Ideengeschichte, Begriffsgeschichte, Rezeptionsgeschichte etc.) sicher für das Verständnis fremder Texte und für problemorientierte Fragestellungen fruchtbar zu machen und interdisziplinäre Fragestellungen zu entwickeln. haben ihre Fähigkeit zur Analyse, Interpretation und Kritik von philosophischen Schlüsseltexten der Antike, des Mittelalters und der Neuzeit, sowie zur Kontextualisierung und Aktualisierung epochenspezifischer philosophischer Probleme verbessert. sind befähigt, offene Forschungsfragen und -ansätze zu identifizieren und ihr begründetes Urteil in mündlicher wie schriftlicher Form auszudrücken. Stärkung diskursiver Fähigkeiten. 						
Inhalte						
Vertiefende Beschäftigung mit Fragen und Positionen der Geschichte der Philosophie. Besuch von Veranstaltungen aus der Philosophie der Neuzeit.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
5/120						
Häufigkeit des Angebots						
jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Univ.-Prof. Dr. Heiner F. Klemme Hauptamtliche						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch						

Modul 065	Vertiefungsmodul (historisch) - Philosophie der Neuzeit <i>Vertiefungsmodul (historisch) - Philosophie der Neuzeit</i>					M.05.127.065
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	5 LP = 150 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Oberseminar: Philosophie der Neuzeit	S	3	P	2 SWS	99 h	4 LP
Modulprüfung		3	P		30 h	1 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Hausarbeit (8-10 Seiten) oder Referat (+ Ausarbeitung 5 Seiten) oder Klausur (90 Min.) oder mündl. Prüfung (20 Min.) in a)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<ul style="list-style-type: none"> • Forschungsorientierte Vertiefung des historischen und methodischen Wissens und seiner Relevanz für die systematische Philosophie • Präzisierung und Ausarbeitung eines eigenen Projekts • Fähigkeit zur eigenen Positionierung innerhalb von Forschungszusammenhängen -und traditionen • Fähigkeit zur Partizipation an Forschungsdebatten in Wort und Schrift • Kenntnis von verschiedenen Forschungsprojekten und Auseinandersetzung mit diesen aus einem Forschungsschwerpunkt • Einblick in die Divergenz von Forschungsansätzen und deren Bewertung • Überblick über die Forschungslandschaft • Anregung selbstständiger Informationsbeschaffung und eigener Forschungsfragen • Stärkung interdisziplinärer Kompetenzen im selbstgewählten Forschungsschwerpunkt 						
Inhalte						
Forschungsorientierte Beschäftigung mit Fragen und Positionen der Geschichte der Philosophie. Partizipation an Forschungsprojekten des Arbeitsbereiches. Besuch von Veranstaltungen aus der Philosophie der Neuzeit.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
5/120						
Häufigkeit des Angebots						
jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Univ.-Prof. Dr. Heiner F. Klemme Hauptamtliche						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch						

4.7.7 Wirtschaftswissenschaften

Im Rahmen des Nebenfachs Wirtschaftswissenschaften kann einer der drei Bereiche „International Economics & Public Policy“, „Finance & Accounting“ und „Marketing, Management & Operations“ gewählt werden. In jedem Bereich sind zwei Module erfolgreich abzuschließen.

- Bereich 1: „International Economics & Public Policy“
 - International Trade
 - Mikroökonomie II
 - Öffentliche Finanzen
 - Wirtschaftspolitik
 - Intertemporale Optimierung
 - Mikroökonomie II
 - Exchange Rates
 - Makroökonomie II
 - Zeitreihenanalyse
- Bereich 2: „Finance & Accounting“
 - Rechnungslegung
 - Steuern
 - Finanzen
 - Controlling
 - Banken
 - Zeitreihenanalyse
- Bereich 3: „Marketing, Management & Operations“
 - Organisation
 - Wirtschaftsinformatik
 - Marketing
 - Logistikmanagement

Modul 4140	International Trade <i>International Trade</i>					M.03.184.4140
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: International Trade: Theory and Policy	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: International Trade: Theory and Policy	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • die Grundzüge internationaler Handelsverflechtungen beschreiben und interpretieren können, • die wichtigsten Modelle zur Erklärung von Handelsströmen und Wohlfahrtseffekten von Handelsliberalisierung kennen und vergleichen sowie ihre empirische Relevanz einschätzen können, • in der Lage sein, Fragen aktueller Handelspolitik auf Basis theoretisch fundierter Argumente zu diskutieren und die Effekte verschiedener Politikmaßnahmen mit Hilfe geeigneter Methoden zu beurteilen und • die Rolle institutioneller Rahmenbedingungen internationaler Handelsbeziehungen bewerten können. 						
Inhalte						
Die Veranstaltung gibt einen Überblick über internationale Handelsbeziehungen und Handelspolitiken. Sie umfasst eine Einführung in die gängigen Handelstheorien, die zur Erklärung von Welthandelsströmen und zur Analyse der Wohlfahrtskonsequenzen von Handelsliberalisierung herangezogen werden. Dabei werden sowohl klassische Modelle des vollkommenen Wettbewerbs wie auch neuere Ansätze mit unvollständigem Wettbewerb behandelt. Die Theorie wird um empirische Anwendungen und aktuelle Beispiele ergänzt. Darüber hinaus werden die institutionellen Rahmenbedingungen von Handelspolitik erläutert, sowie geeignete Methoden zur Beurteilung verschiedener Handelspolitiken vorgestellt. Die in der Vorlesung entwickelten Konzepte werden im Rahmen der Übung vertieft und auf konkrete Beispiele angewendet.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Empfohlene Module und Kenntnisse: Mikroökonomie I und II					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120					
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester					
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Philipp Harms					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik					
Sonstiges	Sprache: Englisch					

Modul 4105	Mikroökonomie II <i>Mikroökonomie II</i>					M.03.184.4105
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					

Modul 4105	Mikroökonomie II <i>Mikroökonomie II</i>					M.03.184.4105
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Mikroökonomie II	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Mikroökonomie II	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Lernenden sollen in der Lage sein <ul style="list-style-type: none"> • Allokationen von Gütern bezüglich ihrer Wohlfahrtswirkung zu diskutieren, • die Phänomene adverse Selektion und Moral Hazard nachzuvollziehen und in neuen Situationen zu erkennen, • die Auswirkungen von asymmetrischer Information auf Marktgleichgewichte und die Wohlfahrt zu analysieren und • Analysen anhand von mikroökonomischen Modellen zu verstehen. 						
Inhalte						
Zunächst wird anhand der allgemeinen Gleichgewichtstheorie hergeleitet, dass die Organisation von wirtschaftlichen Interaktionen durch Märkte unter bestimmten Bedingungen zu effizienten Allokationen führt. Im Anschluss werden Situationen betrachtet, in denen dieses Ergebnis aufgrund von Marktversagen zusammenbricht. Hierbei werden vor allem Fälle analysiert, in denen wichtige Informationen (z.B. über die Qualität von Gütern oder das Verhalten von Arbeitnehmern) asymmetrisch zwischen den Marktteilnehmern verteilt sind.						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Empfohlene Module und Kenntnisse: Mikroökonomie I		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots				Wintersemester		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				JProf. Dr. Wondratschek		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				M.Sc. Physik		
Sonstiges				Sprache: Deutsch		

Modul 4115	Öffentliche Finanzen <i>Öffentliche Finanzen</i>					M.03.184.4115
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Öffentliche Finanzen	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Öffentliche Finanzen	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP

Modul 4115	Öffentliche Finanzen <i>Öffentliche Finanzen</i>	M.03.184.4115
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:		
Anwesenheit		
Aktive Teilnahme		
Studienleistung(en)		
Modulprüfung	Klausur (60 min)	
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Im Rahmen dieser Veranstaltung werden die Studierenden vertieft mit der Rolle des Staates in der Marktwirtschaft vertraut gemacht. Sie sollen Wirkungen der staatlichen Aktivität verbal als auch formal-quantitativ analysieren und diskutieren können, ebenso die Rolle der Sozialversicherungsträger. Darüber hinaus wird den Studierenden ein grundlegendes Verständnis empirischer Daten zu Längsschnitt- und Querschnittvergleiche staatlicher Aktivität vermittelt, um sie zu befähigen, auf dieser Basis eigenständige empirische Analysen zu entwickeln und zu wirtschaftspolitischen Empfehlungen zu kommen.		
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Güter und externe Effekte, • Unvollständige Information und natürlich Monopole, • Effizienz und Gerechtigkeit und • Grundlagen der Besteuerung und der Sozialversicherung. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Daniel Schunk	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 4120	Wirtschaftspolitik <i>Wirtschaftspolitik</i>					M.03.184.4120
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Wirtschaftspolitik	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Wirtschaftspolitik	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					

Modul 4120	Wirtschaftspolitik <i>Wirtschaftspolitik</i>	M.03.184.4120
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
<p>Nach Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • die vorhandenen Kenntnisse in Mikro- und Makroökonomie auf aktuelle wirtschaftspolitische Themen anzuwenden, • aktuelle, grundlegende wirtschafts- bzw. finanzpolitische Fragestellungen zu verstehen und ökonomisch fundiert darüber zu diskutieren, • unterschiedliche theoretische Modelle im Licht der aktuellen weltwirtschaftlichen Situation zu identifizieren und zu analysieren und • Auswirkungen der regionalen Unterschiede und multilateralen Vereinbarungen auf die internationale Integration und deren Wechselwirkungen zu bestimmen und einer kritischen Bewertung zu unterziehen. 		
Inhalte		
<p>Aktuelle wirtschaftspolitische Themen mit dem Schwerpunkt auf Internationale Makroökonomie. In Anbetracht der weltweiten Finanzkrise stehen im Mittelpunkt der Veranstaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Erklärung dieser Krise, • die Untersuchung der zugrundeliegenden Ursachen, • die Analyse des Krisenmanagements sowie • die dazugehörige Diskussion der Konsequenzen für die internationale Finanzarchitektur. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Grundlagen in Makro- und Mikroökonomie sowie in Finanzwissenschaften	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Jun.-Prof. Dr. Iryna Stewen	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 4145	Intertemporale Optimierung <i>Intertemporale Optimierung</i>					M.03.184.4145
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Intertemporale Optimierung	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Intertemporale Optimierung	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen mit intertemporalen Optimierungsmethoden vertraut gemacht werden. Es werden anhand angewandter ökonomischer Beispiele Verfahren vorgestellt, welche die Lösung von deterministischen intertemporalen Optimierungsproblemen in diskreter und stetiger Zeit ermöglichen.						

Modul 4145	Intertemporale Optimierung <i>Intertemporale Optimierung</i>	M.03.184.4145
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Zwei-Perioden Modelle und Differenzgleichungen • Diskrete Mehr-Perioden Modelle • Differentialgleichungen • Stetige intertemporale Modelle mit endlichen und unendlichen Zeithorizont 5. Dynamische Programmierung im stetigen Zeitrahmen 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)		
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote		
6/120		
Häufigkeit des Angebots		
Wintersemester		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter		
Prof. Dr. Klaus Wälde		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		
M.Sc. Physik		
Sonstiges		
Sprache: Deutsch		

Modul 4405	Mikroökonomie <i>Micro Econometrics</i>						M.03.184.4405
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung: Mikroökonomie	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
b) Übung: Mikroökonomie	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme							
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Klausur (60 min)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Solide Kenntnis über häufig verwendete mikroökonomische statistische Methoden und Verständnis über deren Anwendungsmöglichkeiten.							
Inhalte							
Die Veranstaltung bietet eine Einführung in die ökonomische Analyse von Individualdaten (Daten über Individuen, Haushalte, Firmen o.ä.) an Hand einer Auswahl von häufig verwendeten statistischen Methoden. Behandelte statistische Methoden sind unter anderem Methoden für die Analyse von Panel-Daten und Regressionen mit binären und kategorischen abhängigen Variablen. Diese Methoden finden ein breites Anwendungsgebiet, z.B. Gesundheits-, Bildungs-, Arbeitsmarkt- und Industrieökonomik, und Marketing (Analyse von Käuferverhalten und Konsumentenzufriedenheit). In diesem Kurs lernen die Studenten nicht nur die Theorie der Methoden, sondern sammeln auch Erfahrungen im Lesen von wissenschaftlichen Artikeln und im Umgang mit statistischen Analysen unter Verwendung des Programmes Stata.							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Statistik I und II sowie Empirische Wirtschaftsforschung							

Modul 4405	Mikroökonomie <i>Micro Econometrics</i>	M.03.184.4405
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Reyn van Ewijk	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 4125	Exchange Rates and International Capital Markets <i>Exchange Rates and International Capital Markets</i>					M.03.184.4125
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Exchange Rates and International Capital Markets	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Exchange Rates and International Capital Markets	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Nach dem erfolgreichen Absolvieren der Veranstaltung sollen die Studierenden						
<ul style="list-style-type: none"> • das Geschehen an internationalen Kapital- und Devisenmärkten verstehen und die Auswirkungen geldpolitischer, fiskalpolitischer und regulatorischer Veränderungen einschätzen können, • die Grundprinzipien bei der Erstellung von Zahlungsbilanzstatistiken kennen und in der Lage sein, die Höhe und Zusammensetzung von Leistungs- und Kapitalbilanzsalden zu interpretieren, • mit verschiedenen Wechselkurskonzepten vertraut sein und die Bedeutung von Markterwartungen für die Schwankungen von Wechselkursen verstehen, • die wichtigsten Quellen von Zahlungsbilanz- und Wechselkursdaten kennen und in der Lage sein, solche Daten in anschaulicher Form zu präsentieren und zu interpretieren, • die grundlegenden Methoden bei der Analyse einfacher dynamischer Modelle beherrschen. 						

Modul 4125	Exchange Rates and International Capital Markets <i>Exchange Rates and International Capital Markets</i>	M.03.184.4125
Inhalte		
Die Vorlesung beginnt mit einer Einführung in die Prinzipien der Zahlungsbilanzstatistik, bei der die vorgestellten Konzepte stets anhand aktueller Daten veranschaulicht werden. Anschließend wird das Grundmodell des intertemporalen Handels vorgestellt, das Bewegungen in der Leistungsbilanz auf Spar- und Investitionsentscheidungen zurückführt. In diesem Rahmen wird analysiert, wie sich das Budgetdefizit des Staates auf die Leistungsbilanz auswirkt, und es werden Finanzmarktimperfectionen in Form von Default-Risiken diskutiert. Im zweiten Teil der Vorlesung werden verschiedene Wechselkurskonzepte (bilateral vs. effektiv, nominal vs. real, Kassa- vs. Termin) eingeführt, es wird gezeigt, welche Rolle die Erwartungen der Akteure bei der Preisbildung an Devisenmärkten spielen, und die Theorie der Kaufkraftparität sowie deren Nutzung bei der Identifikation von Über- bzw. Unterbewertung von Währungen werden vorgestellt. Im letzten Teil der Vorlesung wird beschrieben, welche Auswirkungen geld- und fiskalpolitische Schocks in offenen Volkswirtschaften haben, und welche Rolle dabei das Wechselkursregime spielt.		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Einführung in die Volkswirtschaftslehre, Mikroökonomik I und Makroökonomik I	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Philipp Harms	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 4110	Makroökonomie II <i>Makroökonomie II</i>					M.03.184.4110
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Makroökonomie II	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Makroökonomie II	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> • fortgeschrittene makroökonomische Methoden zu beherrschen, • mit Hilfe dieser Methoden makroökonomische Interdependenzen zu identifizieren, • grundlegende intertemporale Gleichgewichtsmodelle anwenden zu können und • fortgeschrittene Lösungsalternativen für aktuelle makroökonomische Fragestellungen diskutieren zu können. 						

Modul 4110	Makroökonomie II <i>Makroökonomie II</i>	M.03.184.4110
Inhalte		
Die Veranstaltung bietet eine Einführung in mikroökonomisch fundierte, intertemporale Gleichgewichtsmodelle. Es wird Wert auf verhaltensökonomische Sichtweisen von Entscheidungsprozessen gelegt. Varianten dieser Modelle werden zur Analyse ausgewählter Fragen aus den Gebieten der Konjunktur- und Wachstumstheorie herangezogen.		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Mikroökonomie I, Mathematische Methoden und Makroökonomie I	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Klaus Wälde	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Englisch	

Modul 4410	Zeitreihenanalyse <i>Zeitreihenanalyse</i>					M.03.184.4410
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Zeitreihenanalyse	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Zeitreihenanalyse	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:

Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	
Studienleistung(en)	
Modulprüfung	Klausur (60 min)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sollen nach Absolvierung der Veranstaltung in der Lage sein,

- die vorgestellten Methoden auf gegebene Fragestellungen anzuwenden und deren Resultate sicher interpretieren zu können,
- Methoden zur Beantwortung eigener Fragestellungen auswählen zu können,
- und Mängel bzw. Restriktionen der Methoden angemessen zu berücksichtigen.

Darüber hinaus sollen die Studierenden Selbstbewusstsein bzgl. quantitativer Methoden und deren Umsetzung am PC entwickeln und das Fach als Werkzeug empirischer Forschung verstehen lernen.

Inhalte

In der Veranstaltung werden Methoden zur statistischen Analyse und Modellierung zeitlich geordneter Daten (z.B.: Jahres-, Quartals-, Tagesdaten) vorgestellt und in entsprechenden Übungen angewendet. Zu Beginn werden Methoden der deskriptiven Statistik zur Beschreibung von Zeitreihendaten erweitert und vertieft. Hierzu zählen die grafische Darstellung und Charakterisierung von Zeitreihendaten, das Exponentielle Glätten und die Komponentenzerlegung.

Im Folgenden werden stochastische Zeitreihenmodelle vorgestellt, die für eine Vielzahl von Aufgabenstellungen eingesetzt werden können. Für den Fall univariater und vektorieller stochastischer Prozesse werden Methoden zur Identifikation, Schätzung, Diagnose und Prognose vorgestellt. Des Weiteren werden Saisonalität, nicht-stationäre Prozesse, Kointegration und Autoregressive Konditionale Heteroskedastie (ARCH) behandelt.

Modul 4410	Zeitreihenanalyse <i>Zeitreihenanalyse</i>	M.03.184.4410
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Statistik I und Statistik II werden empfohlen	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	N.N.	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 4205	Rechnungslegung nach HGB <i>Rechnungslegung nach HGB</i>					M.03.184.4205
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Rechnungslegung nach HGB	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Rechnungslegung nach HGB	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden die Fähigkeiten besitzen <ul style="list-style-type: none"> • die Rechnungslegung nach HGB in das System des betrieblichen Rechnungswesens einzuordnen und Zusammenhänge mit anderen Teilrechnungen zu erkennen, • einen Jahresabschluss nach HGB aufzustellen, • einen Jahresabschluss nach HGB zu analysieren und • unbestimmte handelsrechtliche Rechnungslegungsvorschriften auszulegen. 						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Die Rechnungslegung nach HGB im System des betrieblichen Rechnungswesens, • Zwecke der Rechnungslegung nach HGB, • Abschlusspflichten, • Internationalisierung der Rechnungslegung, • Verbindung von Handels- und Steuerbilanz, • Handelsrechtliche Grundsätze der Vermögens- und Gewinnermittlung, • Ansatz-, Bewertungs- und Ausweisregelungen sowie • Anhang und Lagebericht. 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls				Externes Rechnungswesen		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)				Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote				6/120		
Häufigkeit des Angebots				Wintersemester		
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter				Prof. Dr. Stefan Rammert		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen				M.Sc. Physik		
Sonstiges				Sprache: Deutsch		

Modul 4210	Steuern <i>Steuern</i>					M.03.184.4210
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					

Modul 4210		Steuern <i>Steuern</i>				M.03.184.4210	
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung: Steuern	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
b) Übung: Steuern	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme							
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Klausur (60 min)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Sachverhalte anhand der Steuergesetze steuerlich zu beurteilen, • die Besteuerung der natürlichen Personen systematisch darzustellen, 'item die körperschaftsteuerliche Belastung bei Kapitalgesellschaften zu berechnen, • die gewerbesteuerliche Belastung eines Unternehmens zu ermitteln und • Grundkenntnisse der Aufstellung einer Steuerbilanz zu beherrschen. 							
Inhalte							
Systematische Darstellung des deutschen Steuerrechts.							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)							
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch							
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote							
6/120							
Häufigkeit des Angebots							
Wintersemester							
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter							
Prof. Dr. Roland Euler							
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen							
M.Sc. Physik							
Sonstiges							
Sprache: Deutsch							

Modul 4220	Finanzierung <i>Finanzierung</i>					M.03.184.4220
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Finanzierung	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Finanzierung	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr finanzwirtschaftliches Grundwissen • erlernen finanzwirtschaftliche Auswahl- und Bewertungsmodelle bei unsicheren Investitionen Die Studierenden sollten nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls in der Lage sein, finanzwirtschaftliche Auswahl- und Bewertungsprobleme <ul style="list-style-type: none"> • zu erkennen • zu formulieren • zu lösen 						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivitätsanalyse von Barwerten • Optimale Portefeuilleauswahl • Preisbildung an Finanzmärkten • Kapitalkosten für Realinvestitionen 						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
6/120						
Häufigkeit des Angebots						
Wintersemester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. Siegfried Trautmann						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
M.Sc. Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch						

Modul 4215	Controlling <i>Controlling</i>					M.03.184.4215
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte

Modul 4215	Controlling <i>Controlling</i>					M.03.184.4215	
a) Vorlesung: Controlling	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
b) Übung: Controlling	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme							
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Klausur (60 min)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
<p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls,</p> <ul style="list-style-type: none"> • verfügt der bzw. die Studierende über grundlegende Kenntnisse des Controlling als eigenständiges Führungsteilsystem der Unternehmung, • kennt die Aufgaben und Instrumente des Controlling, • besitzt ein theoretisches Verständnis über entsprechende Koordinationsinstrumente und • kann entsprechende Verfahren/Methoden wie beispielsweise Verrechnungspreis- und Budgetierungssysteme praktisch anwenden. 							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Grundlagen des Controlling, • Erfolgsrechnung, • Budgetsysteme, • Wahrheitsgemäße Berichterstattung, • Kennzahlensysteme und • Verrechnungspreise. 							
Zugangsvoraussetzungen							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)							
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch							
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote							
6/120							
Häufigkeit des Angebots							
Sommersemester							
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen							
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter							
Prof. Dr. Louis Velthuis							
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen							
M.Sc. Physik							
Sonstiges							
Sprache: Deutsch							

Modul 4225	Banken <i>Banken</i>					M.03.184.4225	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung: Banken	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
b) Übung: Banken	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP	

Modul 4225	Banken <i>Banken</i>	M.03.184.4225
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:		
Anwesenheit		
Aktive Teilnahme		
Studienleistung(en)		
Modulprüfung	Klausur (60 min)	
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erlernen die Struktur des deutschen Bankensystems, wesentliche Finanzprodukte und Regulierung, • verstehen die ökonomischen Grundlagen des Bankensektors, • entwickeln Finanzintuition, • üben quantitative Finanzanalysen und • werden in die Lage versetzt, grundlegende Bewertungen und Finanzanalysen durchzuführen. 		
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Struktur des deutschen Bankensystems, • Zinsgeschäfte, • Termingeschäfte und • Regulierung. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Finanzwirtschaft und Finanzen	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Dietmar Leisen	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 4310	Organisation <i>Banken</i>						M.03.184.4310
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung: Organisation	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
b) Übung: Organisation	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme							
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Klausur (60 min)						

Modul 4310	Organisation <i>Banken</i>	M.03.184.4310
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
Ziel der Veranstaltung ist die Vermittlung theoretisch fundierter Kenntnisse und praxisnaher Problemlösungen auf dem Gebiet der Unternehmensorganisation. Auf der Grundlage zentraler Organisationstheorien sollen die Teilnehmer Organisationsprobleme identifizieren, analysieren, strukturieren und mögliche Gestaltungsansätze im Hinblick auf die Aufbau- und Ablauforganisation oder personalwirtschaftliche Praktiken einordnen können. Im Sinne eines kontingenztheoretischen Verständnisses soll deutlich gemacht werden, dass die Wirkung organisatorischer Lösungen kontextabhängig ist und der planmäßigen Organisationsentwicklung Grenzen gesetzt sind.		
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Merkmale von Organisationen, • Organisationstheorien wie etwa Klassische Ansätze, Verhaltenswissenschaftliche Theorien, Neue Institutionenökonomik, Evolutionstheoretische Ansätze und Neo-Institutionalismus, • Organisationsgestaltung wie etwa Aufbau- und Ablauforganisation sowie • Wandel von Organisationen wie etwa Organisationsentwicklung und Organisationales Lernen. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Unternehmensführung	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Erk Piening	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 4320	Wirtschaftsinformatik <i>Wirtschaftsinformatik</i>					M.03.184.4320
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Wirtschaftsinformatik	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Wirtschaftsinformatik	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					

Modul 4320	Wirtschaftsinformatik <i>Wirtschaftsinformatik</i>	M.03.184.4320
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen		
<p>Im Rahmen der Vorlesung sollen Studierende im ersten Teil die technologischen Grundlagen von E-Business vermittelt werden. Hierunter fallen einheitliche Datenübertragungsstandards, eine einheitliche Repräsentation von Daten, Sicherheit bei der Übertragung von Daten über öffentliche Kanäle und automatisierte Informationssysteme. Im zweiten Teil sollen die Studierende ein fundiertes Verständnis von E-Business entwickeln und sich damit beschäftigen, was eigentlich E-Business vom klassischen Handel unterscheidet, inwiefern das Internets Unternehmen verändert, wie internetbasierte Geschäftsmodelle ausschauen, welche Strategien Unternehmen anwenden und welche E-Business Systeme wichtig sind im operativen Bereich. Die Vorlesung wird ergänzt durch ein Tutorium, in dem die Studierenden ein kleines Informationssystem entwickeln. Studierende sollen durch die Lehrveranstaltung in die Lage versetzt werden, Geschäftsmodelle von Unternehmen den veränderten Rahmenbedingungen, welche sich durch die starke Verbreitung des Internets ergeben, anzupassen.</p>		
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Themen des Logistikmanagements wie etwa • Supply Chain Management (SCM), • Advanced Planning und • Data Envelopment Analysis (DEA). 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Operations Management	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Wintersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Stefan Irnich	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

Modul 4305	Marketing <i>Marketing</i>					M.03.184.4305
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Vorlesung: Marketing	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP
b) Übung: Marketing	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (60 min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die bzw. der Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • erwirbt Kenntnisse des strategischen Marketings, • hat einen ersten Überblick über Methoden der quantitativen Marktforschung, • gewinnt einen Einblick in den Marketingwettbewerb und • vertieft in der vorlesungsbegleitenden Übung die vermittelten Inhalte. 						

Modul 4305	Marketing <i>Marketing</i>	M.03.184.4305
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Marketing • Strategische Marketingplanung • Marketingforschung • Marketingwettbewerb 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)		Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote		6/120
Häufigkeit des Angebots		Sommersemester
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter		Prof. Dr. Oliver Heil
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		M.Sc. Physik
Sonstiges		Sprache: Deutsch

Modul 4315	Logistikmanagement <i>Logistikmanagement</i>						M.03.184.4315
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung: Logistikmanagement	V	1	P	2 SWS	99 h	4 LP	
b) Übung: Logistikmanagement	Ü	1	P	1 SWS	49,5 h	2 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme							
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Klausur (60 min)						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Die Studierenden							
<ul style="list-style-type: none"> • erwerben ein grundlegendes Verständnis für ausgewählte Modelle und Methoden des Logistikmanagements, • verstehen es, komplexe Planungssituationen zu analysieren, zu strukturieren und durch Modelle zu formalisieren, • können eigenständig die richtigen Planungsmethoden und -werkzeuge auswählen und in konkreten Entscheidungssituationen anwenden, • sind in der Lage, die erlernten Methoden beispielsweise in einem Spreadsheet/einer Tabellenkalkulation auf einem Computer umzusetzen und • können die erlernten Methoden auf für sie neue Aufgabenstellungen übertragen. 							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Themen des Logistikmanagements wie etwa • Supply Chain Management (SCM), • Advanced Planning und • Data Envelopment Analysis (DEA). 							
Zugangsvoraussetzungen							

Modul 4315	Logistikmanagement <i>Logistikmanagement</i>	M.03.184.4315
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Operations Management	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	6/120	
Häufigkeit des Angebots	Sommersemester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Stefan Irnich	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	M.Sc. Physik	
Sonstiges	Sprache: Deutsch	

4.8 Fachübergreifende Lehrveranstaltungen

Modul 130	Geschichte der Naturwissenschaften I <i>History of Natural Science I</i>				08.275.130	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	W					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	3 LP = 90 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung: Geschichte der Naturwissenschaft I	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden werden mit grundlegende Arbeitstechniken, wie das Auffindung von Quellen, Quellenkritik und Quelleninterpretation und dem selbstständigen und kritischen Umgang mit wissenschaftlichen Publikationen vertraut gemacht.						
Dabei erhalten die Studierenden Grundkenntnissen der Geschichte der Naturwissenschaften als Entwicklungs- und Problemgeschichte, ein Verständnis der komplexen Wechselbeziehungen zwischen Kultur, Technik, Naturwissenschaften und Politik und werden für die ethischen Implikationen naturwissenschaftlicher Wissensproduktion sensibilisiert.						
Inhalte						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
3/180 (BSc) bzw. 3/120 (MSc)						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. Sauer						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
BSc. Physik, MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch (eventuell Englisch) <i>Diese Veranstaltung kann als fachübergreifende Veranstaltung eingesetzt werden.</i>						

Modul 140	Geschichte der Naturwissenschaften II <i>History of Natural Science II</i>				08.275.140	
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	W					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	3 LP = 90 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung: Geschichte der Naturwissenschaft II	V	1	P	2 SWS	69 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Min)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden werden mit grundlegende Arbeitstechniken, wie das Auffindung von Quellen, Quellenkritik und Quelleninterpretation und dem selbstständigen und kritischen Umgang mit wissenschaftlichen Publikationen vertraut gemacht.						
Dabei erhalten die Studierenden Grundkenntnissen der Geschichte der Naturwissenschaften als Entwicklungs- und Problemgeschichte, ein Verständnis der komplexen Wechselbeziehungen zwischen Kultur, Technik, Naturwissenschaften und Politik und werden für die ethischen Implikationen naturwissenschaftlicher Wissensproduktion sensibilisiert.						
Inhalte						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Englisch Prüfungssprache Deutsch oder Englisch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
3/180 (BSc) bzw. 3/120 (MSc)						
Häufigkeit des Angebots						
Jedes Semester						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. Sauer						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
BSc. Physik, MSc Physik						
Sonstiges						
Sprache: Deutsch (eventuell Englisch) <i>Diese Veranstaltung kann als fachübergreifende Veranstaltung eingesetzt werden.</i>						