

**Modulhandbuch
für den
Master of Education Physik
(PO vom xx.xx.2023)**

10. April 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Wichtige Anmerkungen	5
1.1	Studienverlaufspläne	5
1.2	Anerkennung von Leistungen	5
1.2.1	Allgemein	5
1.2.2	Anerkennungen aus dem BSc Physik	5
1.3	Bewertungskriterien für Abschlussarbeiten	5
2	Exemplarische Studienverlaufspläne	7
2.1	Studienverlaufspläne laut Prüfungsordnung	7
2.2	Alternative Studienverlaufspläne	9
3	Detaillierte Modulbeschreibungen mit Lehrveranstaltungen	11
3.1	Experimentalphysik	11
3.2	Theoretische Physik	15
3.3	Physikalische Praktika	18
3.4	Fachdidaktik	20
3.5	Nicht künstlerisches Beifach	22

1 Wichtige Anmerkungen

1.1 Studienverlaufspläne

Die Studienverlaufspläne in Kapitel 2 stellen nur Beispiele dar und sind weder verpflichtend noch abschliessend! Formal können die Module in beliebiger Reihenfolge besucht werden und müssen auch nicht innerhalb eines oder zwei Semestern abgeschlossen werden. Trotzdem empfiehlt es sich natürlich eine gewisse Reihenfolge einzuhalten und im Besonderen die empfohlenen Voraussetzungen aus den jeweiligen Modulbeschreibungen einzuhalten.

1.2 Anerkennung von Leistungen

1.2.1 Allgemein

Beim Wechsel von Studiengängen in Mainz und beim Wechsel nach Mainz werden Leistungen anerkannt, falls kein wesentlicher Unterschied bezogen auf entsprechende Leistungen im MEd-Studiengang Physik in Mainz besteht. Dabei können Leistungen zusammengefasst bzw. aufteilt werden, sodass formale Hürden durch die Anzahl von Leistungspunkten vermieden 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/>). In einigen Fällen sind Einschränkungen in der Anerkennung leider unvermeidlich.

1.2.2 Anerkennungen aus dem BSc Physik

- Das Modul „Experimentalphysik 4“ wird anerkannt.

1.3 Bewertungskriterien für Abschlussarbeiten

Es gibt einige universelle Bewertungskriterien und Kriterien die von der Art der Arbeit (theoretisch, experimentell, informatiknah...) und der zur Verfügung stehenden Zeit (Bachelor-, Master-, Doktorarbeit) abhängen. Auch sind kaum alle Kriterien gleichzeitig zu erfüllen. Am wichtigsten sind die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit, der persönliche Einsatz und ein korrektes wissenschaftliches Verhalten. Auf die Einhaltung der Regeln „guter wissenschaftlicher Praxis“ (<http://www.kfp-physik.de/dokument/index.html>, 16.6.2016) ist selbstverständlich zu achten. Je besser die erwünschte Note, desto mehr Kriterien, darunter vermehrt auch solche formeller Art, sollten eingehalten werden. Die folgenden Kriterien wurden innerhalb des Fachbereichs zusammengestellt:

Schriftliche Form

Mindeststandards: korrekte Rechtschreibung, Grammatik und Interpunktion, korrekte Zitiertechnik, qualitativ angemessene Quellen.

Herausragende Qualitätsmerkmale: besondere Stilsicherheit und Klarheit des Ausdrucks, besonderes Erscheinungsbild, z.B. durch aussagekräftige, durchdachte oder aufwändige Grafiken, aktuelle, über die Standardliteratur hinausgehende Quellen.

Logische Struktur der Arbeit

- Mindeststandards: klare und ausgewogene Gliederung, Unterscheidung von Wichtigem und Unwichtigem, Einführung in alle relevanten für das Thema der Arbeit relevanten Sachverhalte und Begriffe.
- 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.

Methoden und Techniken

- 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).
- 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.

Ergebnisse der Arbeit

- Mindeststandards: präzise und korrekte Beschreibung der selbst erzielten Ergebnisse, Herstellung einer klaren Verbindung zwischen Einzelleistungen und eines Bezugs zur Fragestellung bzw. zur Ausgangslage.
- 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).

2 Exemplarische Studienverlaufspläne

2.1 Studienverlaufspläne laut Prüfungsordnung

Fachsemester	Studienverlaufsplan bei Studienbeginn im Wintersemester			Σ	
4 (SS)	Gebietsübergreifende Konzepte / Anwendungen Gebietsübergreifende 5 LP Konzepte (4V) Vertiefendes physik. 3 LP Thema (2V)	Masterarbeit Masterarbeit 20 LP	Bildungswissenschaften, Schulpraktika bzw. zweites Fach Bildungswissenschaften 12 LP Schulpraktika 4 LP zweites Fach 45 LP	~ 30 LP	
3 (WS)		F-Praktikum F-Praktikum (Teil A) (4P) 5 LP F-Praktikum (Teil B) (3P) 4 LP		Fachdidaktik 3 Physikunterricht in der Sekundarstufe II (2S) 2 LP	~ 30 LP
2 (SS)	Theorie 2 Theoretische Quantenphysik (2V + 1Ü) 4 LP			Demonstrationspraktikum 2 (4P) 6 LP Theoriebildung und fachdidaktische Forschung (1V) 1 LP	~ 30 LP
1 (WS)	Relativitätsth., Statist. Physik (2V + 1Ü) 4 LP	Experimentalphysik 4 Experimentalphysik 4 (4V + 2Ü) 8 LP			~ 30 LP
				120 LP	

Fachse- mes- ter	Studienverlaufsplan bei Studienbeginn im Sommersemester			Σ
4 (WS)	Masterarbeit Masterarbeit 20 LP	Fachdidaktik 3 Physikunterricht in der Sekundarstu- fe II (2S) 2 LP	Bildungswissenschaften, Schulpraktika bzw. zweites Fach Bildungswissenschaften 12 LP Schulpraktika 4 LP zweites Fach 45 LP	~ 30 LP
3 (SS)	Gebietsübergreifende Konzepte / Anwendungen Gebietsübergreifende 5 LP Konzepte (4V) Vertiefendes physik. 3 LP Thema (2V)	Demonstrationspraktikum 2 (4P) 6 LP Theoriebildung und fachdidak- tische Forschung (1V) 1 LP		~ 30 LP
2 (WS)	Theorie 2 Relativitätsth., Statist. Physik (2V + 1Ü) 4 LP	Experimentalphysik 4 Experimentalphysik 4 (4V + 2Ü) 8 LP		~ 30 LP
1 (SS)	Theoretische Quantenphysik (2V + 1Ü) 4 LP	F-Praktikum F-Praktikum (Teil A) (4P) 5 LP F-Praktikum (Teil B) (3P) 4 LP		~ 30 LP
120 LP				

2.2 Alternative Studienverlaufspläne

3 Detaillierte Modulbeschreibungen mit Lehrveranstaltungen

3.1 Experimentalphysik

Modul 11	Experimentalphysik 4: Festkörperphysik, Kernphysik, Elementarteilchenphysik <i>Experimental physics 4: solid state physics, nuclear physics, elementary particle physics</i>						M.08.128.041
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	8 LP = 240 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Vorlesung mit Übung „Experimentalphysik 4 (Festkörperphysik, Kernphysik, Elementarteilchenphysik)“ Vorlesung Übung	V Ü	1 (2)	P	4 SWS 2 SWS	177 h	8 LP	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Bearbeitung von Übungsaufgaben entsprechend der zu Beginn der Lehrveranstaltung mitgeteilten Kriterien.						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.).						
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen							
Die Studierenden besitzen strukturiertes Wissen zu den genannten Begriffen; haben Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente sowie der Meßmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen; verfügen über die Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einfacher einschlägiger Probleme.							
Inhalte							
Die Veranstaltung umfasst die folgenden Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atom- und Molekülphysik:</i> Wiederholung zentraler Konzepte • <i>Festkörperphysik:</i> Kristallstruktur, Bindungsmechanismen, mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften, Halbleiter • <i>Kernphysik:</i> experimentelle Methoden, Detektoren, Aufbau des Atomkerns, Radioaktivität, Kernspaltung und Kernfusion, technische und medizinische Anwendungen, Strahlenschutz • <i>Elementarteilchenphysik:</i> Teilchenbeschleuniger, Klassifizierung der Elementarteilchen, fundamentale Wechselwirkungen • <i>Kosmologie:</i> Grundbegriffe der Kosmologie, Entwicklung des Universums (Kosmogense, Elemententstehung, Sternentwicklung), Energieproduktion in Sternen 							
Literatur							
Diverse Lehrbücher, z.B. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Kondensierte Materie:</i> Ibach-Lüth, Kittel, Ashcroft-Mermin • <i>Kern-, Teilchen-, Astrophysik:</i> „Moderne Physik“ (Tipler-Llewellyn) 							

Modul 11	Experimentalphysik 4: Festkörperphysik, Kernphysik, Elementarteilchenphysik <i>Experimental physics 4: solid state physics, nuclear physics, elementary particle physics</i>	M.08.128.041
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	8/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. U. Oberlack	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MEd Physik	
Sonstiges		

Modul 13	Gebietsübergreifende Konzepte / Anwendungen <i>Common physics concepts and applications</i>					M.08.128.540
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	8 LP = 240 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung „Gebietsübergreifende Konzepte“	V	4 (3)	P	4 SWS	110 h	5 LP
Vorlesung „Vertiefendes physikalisches Thema“	V	4 (3)	P	2 SWS	67 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Bearbeitung von Aufgaben entsprechend der zu Beginn der Lehrveranstaltung mitgeteilten Kriterien.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Abschlussprüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sind fähig, verschiedene Teilgebiete der Physik durch Verständnis wichtiger gemeinsamer Konzepte strukturell zu verknüpfen, verfügen über ein vertieftes Verständnis dieser Konzepte durch Kenntnis der Gemeinsamkeiten und Unterschiede in verschiedenen Verwendungszusammenhängen und können einschlägige Probleme auch auf dem Niveau der Theoretischen Physik mathematisch beschreiben und behandeln; verstehen komplexe Systeme aus Natur und Technik und können das eigene physikalische Wissen im Nachvollzug der Lösungen ausgewählter komplexer Probleme synergetisch verknüpfen und haben die Fähigkeit zur Erläuterung des Zusammenwirkens von Wissen aus verschiedenen Disziplinen bei der Lösung komplexer Probleme an ausgewählten Beispielen.						
Inhalte						
Im Mittelpunkt stehen wichtige Konzepte und Anwendungen, die in für die Physik konstitutiver Weise Querverbindungen zwischen deren Teilgebieten (und z. T. mit anderen Naturwissenschaften) herstellen: Auf der Ebene der Konzepte strukturelle Querverbindungen, d.h. Elemente des physikalischen Begriffsgerüsts, die vielen Teilgebieten eigen sind und zur gedanklichen Struktur des Faches gehören. Im Rahmen der Angewandten Physik synergetische Querverbindungen zwischen Wissens-elementen über die Grenzen innerhalb und außerhalb der Disziplin hinweg, ohne die viele wichtige Probleme gar nicht lösbar wären. Auf beiden Ebenen haben die konkreten Inhalte und die von ihnen geschaffenen Querverbindungen denselben Stellenwert. Auswahl aus folgenden Themen im Umfang eines Moduls:						
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Strukturen und Konzepte</i>: Dimensionsanalyse, Skalierung, Ähnlichkeitstheorie; Felder; Wechselwirkungen; Symmetrien und Erhaltungsgrößen; Wellengleichung, Wellen; Multipole u. a. Moden-Analyse; nichtlineare Dynamik, Selbstorganisation, deterministisches Chaos; Analogien bei Transportphänomenen; Virialsatz als Strukturelement; mikroskopische Modellierung makroskopischer Phänomene; Streuung und Strukturbestimmung; Aspekte der Ideengeschichte wichtiger Konzepte und ihrer Kontroversen (z. B. Atomismus, Determinismus) • <i>Angewandte und technische Physik</i>: Physik und Informations- und Kommunikationstechnik; Regel und Prozesstechnik, Sensorik; medizinische Technik; Klima und Wetter; Biophysik; Ökologie; Energie; Himmelsmechanik, Satelliten, GPS; Messgeräte; el. Lichtquellen; Displays • <i>Einführung in die Astronomie und Astrophysik</i> • <i>Vertiefende Kapitel der theoretischen Physik (z. B. Allgemeine Relativität)</i> 						
Es werden Wahlpflichtveranstaltungen zu verschiedenen vertiefenden physikalischen Themen angeboten.						
Literatur						
Standardliteratur der Experimentalphysik						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 13	Gebietsübergreifende Konzepte / Anwendungen <i>Common physics concepts and applications</i>	M.08.128.540
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Es wird empfohlen, vor Antritt des Moduls die Module „Theoretische Physik 2“ und „Experimentalphysik 4“ zu absolvieren.	
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	8/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. U. Oberlack	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MEd Physik	
Sonstiges		

3.2 Theoretische Physik

Modul 9	Theoretische Physik 2: Quantentheorie, statistische Physik und Thermodynamik <i>Theoretical physics 2: quantum theory, statistical physics and thermodynamics</i>					M.08.128.500
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
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
Vorlesung mit Übung „Theoretische Quantenphysik“ Vorlesung Übung	V Ü	2 (1)	P	2 SWS 1 SWS	88 h	4 LP
Vorlesung mit Übung „Relativitätstheorie und Statistische Physik“ Vorlesung Übung	V Ü	1 (2)	P	2 SWS 1 SWS	88 h	4 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Bearbeitung von Übungsaufgaben entsprechend der zu Beginn der Lehrveranstaltung mitgeteilten Kriterien.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Zwei Modulteilprüfungen, bestehend aus je einer Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) zu den Themenbereichen „Theoretische Quantenphysik“ und „Relativitätstheorie und Statistische Physik“. Regelsemester für die Klausuren ist jeweils das Semester, in dem die entsprechende Lehrveranstaltung belegt wird.					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen der theoretischen Physik; verstehen das Wechselspiel von Theoretischer Physik und Experimentalphysik, den Beitrag der Theoretischen Physik zu Begriffsbildung und Begriffsgeschichte, die wichtigsten Arbeitsstrategien und Denkformen der Theoretischen Physik sowie die Kulturverflechtung und des Kultur- und Zivilisationsbeitrags der Theoretischen Physik; entwickeln die Fähigkeit, die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen und ihre Kulturverflechtung an schulrelevanten Beispielen zu verdeutlichen.						

Modul 9	Theoretische Physik 2: Quantentheorie, statistische Physik und Thermodynamik <i>Theoretical physics 2: quantum theory, statistical physics and thermodynamics</i>	M.08.128.500
Inhalte		
<p>Das Modul soll (zusammen mit der „Theoretischen Physik 1“) vermitteln, wie theoretische Physiker und Physikerinnen denken. Die Ausbildung in Theoretischer Physik verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen, zum anderen Verständnis für die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen und ihre Kulturverflechtung. Gerade das zweite Ziel ist für die Lehramtsausbildung fundamental. Es verlangt neben der Behandlung bekannter Einzelthemen entlang der Fachstruktur der Theoretischen Physik (Hauptthemen: Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik, Quantenmechanik) eine übergeordnete Perspektive, um das Wesen von Physik zu verstehen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Quantentheorie</i>: Postulate und mathematischer Formalismus der Quantentheorie, Schrödingergleichung, Eigenwerte u. -zustände, zeitliche Entwicklung, Orts- und Impulsdarstellung, Schrödingerbild, Heisenbergbild, eindimensionale Probleme, unitäre Transformationen und Symmetrien, Drehimpuls, Spin, Addition von Drehimpulsen, Spin-Bahn-Kopplung, Wasserstoffatom, harmonischer Oszillator, Pfadintegral-Formulierung, identische Teilchen, Interpretation und Information in der Quantenphysik, Quantenmechanik geladener Teilchen, Zusammenhang zur klassischen Physik, Störungstheorie • <i>Spezielle Relativitätstheorie</i>: Relativistische Mechanik, kovariante Form der Maxwell-Gleichungen • <i>Statistische Physik und Thermodynamik</i>: Entartungsfunktion und Entropie, Zusammenhang zu Thermodynamischen Variablen, Boltzmann- und Maxwell-Verteilung, Bose-Einstein und Fermi-Dirac-Verteilung, Nichtgleichgewichtsthermodynamik und dissipative Strukturen • <i>Optional</i>: Querschnittsthemen: Approximationsverfahren der Theoretischen Physik, Variationsrechnung <p>Mathematische Hilfsmittel, die nicht bereits in den Lehrveranstaltungen „Mathematische Rechenmethoden 1 + 2“ oder als integraler Bestandteil des Theorie-Moduls vermittelt werden, werden in einem für das Selbststudium geeigneten Skriptum vermittelt.</p>		
Literatur		
<p>Mathematik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P. van Dongen, Einführungskurs Mathematik und Rechenmethoden (Springer, 2015) • H. J. Korsch, Mathematische Ergänzungen zur Einführung in die Physik (Binomi-Verlag, Barsinghausen, 2007) • K.-H. Goldhorn und H.-P. Heinz, Mathematik für Physiker 1 - 3 (Springer, Berlin, Heidelberg, 2007 (1 und 2), 2008 (3)) • I. N. Bronstein et al., Taschenbuch der Mathematik (Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 2008) • K. Hefft, Mathematischer Vorkurs zum Studium der Physik (Elsevier, München, 2006) <p>Kompakter Gesamtüberblick:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T. Fließbach und H. Walliser, Arbeitsbuch zur Theoretischen Physik (Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2008) • K. Schilcher, Theoretische Physik kompakt für das Lehramt (Oldenbourg, München, 2010) <p>Elektrodynamik und klassische Feldtheorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T. Fließbach, Elektrodynamik (Elsevier - Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2005) • J. D. Jackson, Classical Electrodynamics (John Wiley & Sons, New York, 1975) • L. D. Landau und E. M. Lifschitz, Klassische Feldtheorie (Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt am Main, 1997) • F. Scheck, Theoretische Physik 3, Klassische Feldtheorie (Springer, Berlin, Heidelberg, 2004) <p>Quantenmechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantenmechanik, Band 1 (de Gruyter, Berlin, 2007) • C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantenmechanik, Band 2 (de Gruyter, Berlin, 2008) • T. Fließbach, Quantenmechanik (Elsevier - Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2008) • G. Grawert, Quantenmechanik (Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 1977) • J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison-Wesley, Redwood City, 1985) • F. Scheck, Theoretische Physik 2, Nichtrelativistische Quantentheorie (Springer, Berlin, Heidelberg, 2000) • F. Schwabl, Quantenmechanik (QM1) (Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1998) 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		

Modul 9	Theoretische Physik 2: Quantentheorie, statistische Physik und Thermodynamik <i>Theoretical physics 2: quantum theory, statistical physics and thermodynamics</i>	M.08.128.500
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	8/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. Stefan Scherer	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MEd Physik; die einzelnen Lehrveranstaltungen können auch für den Studiengang BSc Angewandte Physik anerkannt werden	
Sonstiges		

3.3 Physikalische Praktika

Modul 12	Fortgeschrittenen-Praktikum <i>Advanced lab course</i>					M.08.128.530
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
Fortgeschrittenen-Praktikum						
Teil A	FPr	3 (1)	P	4 SWS	196,5 h	5 LP
Teil B	FPr	3 (1)	P	3 SWS		4 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	FPr					
Aktive Teilnahme	Eigenständige Durchführung und Auswertung vorgegebener Versuche					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Portfolio von Testaten zu den durchgeführten Versuchen					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind mit komplexeren Versuchsaufbauten vertraut; • haben Einblicke in moderne physikalische Forschung und deren Methoden erworben; • erarbeiten eigenständig den Gehalt physikalisch-theoretischer und experimentell-technischer Versuche. Damit soll auch auf eine experimentelle Master-Arbeit vorbereitet werden. <p>Im Fortgeschrittenen-Praktikum sollen die Studierenden konkret</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Planung der Messungen, deren strukturierte Durchführung („Messprozess“) einüben, • fortgeschrittenes experimentelles Arbeiten in vielen Bereichen der Physik durch Durchführung anspruchsvoller Versuche in Zweiergruppen unter Anleitung erfahrener Assistenten erlernen, • sich mit dem Führen eines Laborbuchs sowie der Datenanalyse, Fehlerrechnung und anspruchsvolleren statistische Auswertung vertraut machen und • die den Experimenten zugrunde liegenden theoretischen Hintergründe verstehen und überzeugend darstellen können. <p>Nach Abschluss des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Studierenden komplexere Messaufbauten justieren, sicher bedienen und deren Funktion überschauen, • kennen Strategien, um in komplexeren Messprozessen sicherzustellen, dass die Messung fehlerfrei funktioniert und • haben Erfahrungen mit der Suche nach Fehlern und Störungen Messprozessen gesammelt. <p>Ähnlich wie im physikalischen Grundpraktikum werden Team- und Kommunikationsfähigkeit gefordert. Die sorgfältige Ausarbeitung der Ergebnisse verbessert die Schreibkompetenz und den sicheren Umgang mit Texteditierungssystemen, die in der Wissenschaft verbreitet sind. In vielen Versuchen ist eine Auswertung mit Datenanalyseprogrammen nötig, deren Beherrschung die Studierenden im Praktikum anhand konkreter Probleme erlernen. Messung, statistische Analyse, Beurteilung und Darstellung experimenteller Daten ist die zu erlernende Kernkompetenz, als Vorbereitung zur Abfassung von akademischen Arbeiten und Publikationen.</p>						

Modul 12	Fortgeschrittenen-Praktikum <i>Advanced lab course</i>	M.08.128.530
Inhalte		
<p>Ausgewählte Versuche zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atomphysik und Molekülphysik</i>: z. B. Spektralserien, Zeeman-Effekt, Optisches Pumpen, Molekülspektroskopie, Kernmagnetische Resonanz • <i>Festkörperphysik</i>: z. B. Halbleitereigenschaften, Dünnschichtpräparation, Rasterkraftmikroskopie • <i>Kernphysik</i>: z. B. Rutherford-Streuung, Massenspektrometer, α-, β-, γ-Spektroskopie • <i>Optik</i>: z.B. Fourier-Spektroskopie, Laser-Resonator, Laser-Gyroskop • <i>Messtechnik</i>: z. B. Datenerfassung, Detektoren für Strahlung und Teilchen <p>Im Rahmen eines Wahlpflichtangebotes kann die erfolgreiche Teilnahme an Projektversuchen, auch zu fachdidaktischer Forschung („Lehr-Lern-Labor 2“), einzelne der o. g. Versuche ersetzen. Es kann das freiwillige Angebot gemacht werden, die Versuche des Fortgeschrittenen-Praktikums auf zwei Semester aufzuteilen (Teile A und B).</p>		
Literatur		
Standardliteratur der Experimentalphysik		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch/Englisch Prüfungssprache Deutsch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen	§5 Abs. 5	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. U. Oberlack	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MEd. Physik	
Sonstiges		

3.4 Fachdidaktik

Modul 10	Fachdidaktik 3: Physikunterricht – Forschung und Praxis <i>Physics didactics 3: physics education – research and practice</i>					M.08.128.510
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) Vorlesung „Theoriebildung und fachdidaktische Forschung“	V	2 (3)	P	1 SWS	19,5 h	1 LP
b) Hauptseminar „Demonstrationspraktikum 2“	HS	2 (3)	P	5 SWS	127,5 h	6 LP
c) Hauptseminar „Physikunterricht in der Sekundarstufe II“	HS	3 (4)	P	2 SWS	59 h	2 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	beide HS					
Aktive Teilnahme	Aufbau, Durchführung und Auswertung von Versuchen zu vorgegebenen Themen in b), Konzeption und Durchführung von Seminarsitzungen zu fachdidaktischen Themen in c)					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Abschlussprüfung mit einem praktischen Teil (45 Min.) und einem mündlichen Teil (20 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Studierenden können die Ideengeschichte ausgewählter physikalischer Konzepte und Theorien beschreiben, die Physik als paradigmatische Naturwissenschaft beschreiben, physikalische Erkenntnis- und Arbeitsmethoden, insbesondere des Experiments, an Beispielen aus der Theoriegeschichte der Physik reflektieren; können physikdidaktische Forschungsfelder beschreiben und typische Elemente fachdidaktischer Forschungsprozesse bearbeiten, einschließlich des Einsatzes digitaler Ressourcen; können Erfahrungen in der Präsentation von Phänomenen und Experimenten der Sekundarstufe II reflektieren unter Berücksichtigung aktueller fachdidaktischer Forschung; kennen, auch digitale, Methoden der differenzierten Lernkontrolle, Leistungsbeurteilung und des Gebens von Feedback bei experimentellen Aufgaben; haben die Fähigkeit zur Entwicklung phänomenologischer Zugänge, um physikalische Gesetzmäßigkeiten zu demonstrieren; können mit analogen und digitalen Modellen zur Veranschaulichung geübt umgehen; kennen Stellung und Funktion des Experiments im Lehr-/Lernprozess und können zur Verfügung stehende analoge und digitale Ressourcen nutzen, um Lernstrategien anzupassen und Lernende gezielt zu unterstützen; können kompetent ein Experiment präsentieren; kennen typische Schülerexperimentiergeräte; haben gesicherte Erfahrungen in der Planung von Schülerübungen; haben die Fähigkeit zur Herstellung von fächerübergreifenden Bezügen und Alltags-/ Technikbezügen im Physikunterricht entwickelt und nutzen kritisch einschlägige Fachressourcen zur Informationsbeschaffung; kennen die Elemente eines experimentell orientierten Projektunterrichts; kennen die Möglichkeiten und Charakteristika von experimentellen Facharbeiten, Schülerpraktika und Projektarbeit.</p>						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Theoriebildung</i>: Historisch-genetische Entwicklung ausgewählter Themengebiete der Physik, Erkenntnismethoden der Physik, physikalische und alltagsweltliche Zugänge zur Natur • <i>Fachdidaktische Forschung</i>: Aktuelle Themen physikdidaktischer Forschung und theoriegeleiteter fachdidaktischer Entwicklung, exemplarische empirische Forschungsmethoden, fachdidaktische Forschungsliteratur, Rezeption und Diskussion ausgewählter Forschungsarbeiten • Grundlegende Experimente im Physikunterricht der Sekundarstufe II • Fachressourcen, Beschaffung von und Umgang mit Informationen • Experimentelle Facharbeiten, Schülerpraktika und Projekte 						

Modul 10	Fachdidaktik 3: Physikunterricht – Forschung und Praxis <i>Physics didactics 3: physics education – research and practice</i>	M.08.128.510
Literatur		
<ul style="list-style-type: none"> • Standardliteratur der Experimentalphysik. • Kircher et al (2015). Physikdidaktik. Theorie und Praxis. Springer Spektrum. 		
Zugangsvoraussetzungen		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch, Prüfungssprache Deutsch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	9/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen	§5 Abs. 5	
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. F. Fiedler, A. Pysik	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MEd Physik	
Sonstiges		

3.5 Nicht künstlerisches Beifach

Modul 10a	Modul Scholorientiertes Experimentieren (Nichtkünstlerisches Beifach I) <i>Experiments at school (Nichtkünstlerisches Beifach I)</i>					M.08.128.520
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	7 LP = 210 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	2					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
a) Hauptseminar „Demonstrationspraktikum 2“	HS		P	5 SWS	127,5 h	7 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Aufbau, Durchführung und Auswertung von Versuchen zu vorgegebenen Themen.					
Studienleistung(en)	HS					
Modulprüfung	Praktische Abschlussprüfung (45 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> haben Erfahrungen in der Präsentation anspruchsvoller Phänomene und Experimente, im Einsatz von Multimedia unter didaktisch-methodischen Aspekten und kennen die Potenziale und Grenzen verschiedener Medientypen; haben Erfahrungen mit Modellbildungssystemen zur physikalischen Modellierung sowie mit Methoden der zeitgemäßen Informationsbeschaffung (Internetquellen, virtuelle Bibliotheken); kennen die Möglichkeiten und Charakteristika von experimentellen Facharbeiten, Schülerpraktika und experimenteller Projektarbeit. 						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> Grundlegende Experimente im Physikunterricht der Sekundarstufe II Fachmedien, Beschaffung von und Umgang mit Informationen Experimentelle Facharbeiten, Schülerpraktika und Projekte 						
Literatur						
Standardliteratur der Experimentalphysik						
Zugangsvoraussetzungen						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)						
Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch						
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote						
7/120						
Häufigkeit des Angebots						
Jährlich						
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen						
§5 Abs. 5						
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter						
Prof. Dr. F. Fiedler						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
MEd Physik (kleines Fach)						
Sonstiges						

Modul 13	Gebietsübergreifende Konzepte / Anwendungen (Nichtkünstlerisches Beifach II) <i>Common physics concepts and applications (Nichtkünstlerisches Beifach II)</i>					M.08.128.540,
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	P					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	8 LP = 240 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Vorlesung „Gebietsübergreifende Konzepte“	V	4 (3)	P	4 SWS	110 h	5 LP
Vorlesung „Vertiefendes physikalisches Thema“	V	4 (3)	P	2 SWS	67 h	3 LP
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Bearbeitung von Aufgaben entsprechend der zu Beginn der Lehrveranstaltung mitgeteilten Kriterien.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündliche Abschlussprüfung (30 Min.)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sind fähig, verschiedene Teilgebiete der Physik durch Verständnis wichtiger gemeinsamer Konzepte strukturell zu verknüpfen, verfügen über ein vertieftes Verständnis dieser Konzepte durch Kenntnis der Gemeinsamkeiten und Unterschiede in verschiedenen Verwendungszusammenhängen und können einschlägige Probleme auch auf dem Niveau der Theoretischen Physik mathematisch beschreiben und behandeln; verstehen komplexe Systeme aus Natur und Technik und können das eigene physikalische Wissen im Nachvollzug der Lösungen ausgewählter komplexer Probleme synergetisch verknüpfen und haben die Fähigkeit zur Erläuterung des Zusammenwirkens von Wissen aus verschiedenen Disziplinen bei der Lösung komplexer Probleme an ausgewählten Beispielen.						
Inhalte						
Im Mittelpunkt stehen wichtige Konzepte und Anwendungen, die in für die Physik konstitutiver Weise Querverbindungen zwischen deren Teilgebieten (und z. T. mit anderen Naturwissenschaften) herstellen: Auf der Ebene der Konzepte strukturelle Querverbindungen, d.h. Elemente des physikalischen Begriffsgerüsts, die vielen Teilgebieten eigen sind und zur gedanklichen Struktur des Faches gehören. Im Rahmen der Angewandten Physik synergetische Querverbindungen zwischen Wissens-elementen über die Grenzen innerhalb und außerhalb der Disziplin hinweg, ohne die viele wichtige Probleme gar nicht lösbar wären. Auf beiden Ebenen haben die konkreten Inhalte und die von ihnen geschaffenen Querverbindungen denselben Stellenwert. Auswahl aus folgenden Themen im Umfang eines Moduls:						
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Strukturen und Konzepte</i>: Dimensionsanalyse, Skalierung, Ähnlichkeitstheorie; Felder; Wechselwirkungen; Symmetrien und Erhaltungsgrößen; Wellengleichung, Wellen; Multipole u. a. Moden-Analyse; nichtlineare Dynamik, Selbstorganisation, deterministisches Chaos; Analogien bei Transportphänomenen; Virialsatz als Strukturelement; mikroskopische Modellierung makroskopischer Phänomene; Streuung und Strukturbestimmung; Aspekte der Ideengeschichte wichtiger Konzepte und ihrer Kontroversen (z. B. Atomismus, Determinismus) • <i>Angewandte und technische Physik</i>: Physik und Informations- und Kommunikationstechnik; Regel und Prozesstechnik, Sensorik; medizinische Technik; Klima und Wetter; Biophysik; Ökologie; Energie; Himmelsmechanik, Satelliten, GPS; Messgeräte; el. Lichtquellen; Displays • <i>Einführung in die Astronomie und Astrophysik</i> • <i>Vertiefende Kapitel der theoretischen Physik</i> (z. B. <i>Allgemeine Relativität</i>) 						
Es werden Wahlpflichtveranstaltungen zu verschiedenen vertiefenden physikalischen Themen angeboten.						
Literatur						
Standardliteratur der Experimentalphysik						
Zugangsvoraussetzungen						

Modul 13	Gebietsübergreifende Konzepte / Anwendungen (Nichtkünstlerisches Beifach II) <i>Common physics concepts and applications (Nichtkünstlerisches Beifach II)</i>	M.08.128.540,
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	8/120	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich	
Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Prof. Dr. U. Oberlack	
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	MEd Physik	
Sonstiges		