

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

10. April 2024



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Wichtige Anmerkungen</b>	<b>5</b>
1.1	Studienverlaufspläne . . . . .	5
1.2	Besuch von Master-Vorlesungen während des Bachelorstudiums . . . . .	5
1.3	Anerkennung von Leistungen . . . . .	5
1.3.1	Allgemein . . . . .	5
1.3.2	Anerkennungen aus dem BSc Physik . . . . .	5
1.4	Bewertungskriterien für Bachelorarbeiten . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Exemplarische Studienverlaufspläne</b>	<b>9</b>
2.1	Studienverläufe gemäß Prüfungsordnung . . . . .	9
2.2	Alternative Studienverläufe . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Detaillierte Modulbeschreibungen mit Lehrveranstaltungen</b>	<b>11</b>
3.1	Mathematischer Brückenkurs . . . . .	11
3.2	Experimentalphysik . . . . .	13
3.3	Theoretische Physik . . . . .	21
3.4	Physikalische Praktika . . . . .	23
3.5	Fachdidaktik . . . . .	27



# 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 Besuch von Master-Vorlesungen während des Bachelorstudiums

Es ist möglich bereits in den letzten Semestern eines Bachelor-Studiengangs Veranstaltungen aus dem Master zu belegen. Die Anmeldung zu diesen Master-Veranstaltungen muss *zwingend* über den Bereich „vorgezogene Masterveranstaltungen“ in Jogustine erfolgen. Nur auf diese Weise können die entsprechenden Veranstaltungen später entsprechend zugeordnet werden. Alternativ ist eine vorzeitige Einschreibung zum Master möglich, falls mindestens 135 LP im Bachelorstudium zum Zeitpunkt der Bewerbung erreicht wurden. Zum Zeitpunkt des Beginns des Masterstudiums dürfen maximal 27 LP zum Bachelorabschluss fehlen. Werden diese fehlenden Leistungspunkte nicht im ersten Mastersemester erreicht, wird der oder die Studierende zwangsexmatrikuliert. Dies führt in der Regel zu Verzögerungen im Studium. Aus diesem Grund empfehlen wir diese Alternative nicht. Wenn andererseits das Bachelorstudium bei erfolgreichen Prüfungen im Bewerbungssemester abgeschlossen werden kann, sollten sich die Studierenden für den Master bewerben, ansonsten würden Sie nach einem erfolgreichen Bachelorabschluss exmatrikuliert. Zu beachten ist, dass die Studierenden ihre Zulassung zum Masterstudium formal annehmen müssen.

## 1.3 Anerkennung von Leistungen

### 1.3.1 Allgemein

Beim Wechsel von Studiengängen in Mainz und beim Wechsel nach Mainz werden Leistungen anerkannt, falls kein wesentlicher Unterschied bezogen auf entsprechende Leistungen im BEd-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.

### 1.3.2 Anerkennungen aus dem BSc Physik

- Die Module „Experimentalphysik 1“ und „Experimentalphysik 2“ sowie die Vorlesung „Rechenmethoden“ des BSc-Studiengangs für den Lehramts-Studiengang anerkannt. Die Vorlesung Rechenmethoden 2 des BEd-Studiengangs muss allerdings zusätzlich erfolgreich abgeschlossen werden. Die Noten werden nach LP gewichtet bestimmt.
- Die Module „Experimentalphysik 3“ und „Experimentalphysik 4“ sowie die beiden Grundpraktiken werden anerkannt.

## 1.4 Bewertungskriterien für Bachelorarbeiten

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 Studienverläufe gemäß Prüfungsordnung

Fachsemester	Studienverlaufsplan bei Studienbeginn im Wintersemester				Σ	
6 (SS)	<b>Theorie 1</b> Theoretische Elektrodynamik (2V + 1Ü) 4 LP	<b>Bachelorarbeit</b> Bachelorarbeit 10 LP	<b>Fachdidaktik 2</b> Lehr-Lern-Labor (2P) 3 LP	<b>Bildungswissenschaften, Schulpraktika bzw. zweites Fach</b> ~ 30 LP Bildungswissenschaften 30 LP Schulpraktika 10 LP zweites Fach 65 LP ~ 30 LP	~ 30 LP	
	----- <b>Theoretische Mechanik</b> (2V + 1Ü) 4 LP				----- Demonstrationspraktikum 1 (4S) 6 LP Grundlagen der Fachdidaktik (1V) 1 LP	~ 30 LP
5 (WS)	<b>Experimentalphysik 3</b> Experimentalphysik 3 (4V + 2Ü) 8 LP	<b>Grundpraktikum 2</b> Grundpraktikum 2 (3P) 6 LP	<b>Fachdidaktik 1</b> Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik 2 (2S) 2 LP ----- Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik 1 (2S) 2 LP		~ 30 LP	
					<b>Experimentalphysik 2</b> Experimentalphysik 2 (4V + 2Ü) 8 LP Rechenmethoden 2 (2V + 2Ü) 3 LP Tutorium 2 (2S) 0,5 LP	<b>Grundpraktikum 1</b> Grundpraktikum 1 (5P) 6 LP
<b>Experimentalphysik 1</b> Experimentalphysik 1 (4V + 2Ü) 8 LP Rechenmethoden 1 (2V + 2Ü) 3 LP Tutorium 1 (2S) 0,5 LP	<b>Grundpraktikum 1</b> Grundpraktikum 1 (5P) 6 LP	~ 30 LP				
		~ 30 LP				
1 (WS)					~ 30 LP	
					180 LP	

## 2 Exemplarische Studienverlaufspläne

Fachse- mes- ter	Studienverlaufsplan bei Studienbeginn im Sommersemester				Σ
6 (WS)	<b>Theorie 1</b> Theoretische Mechanik (2V + 1Ü) 4 LP	<b>Experimentalphysik 3</b> Experimentalphysik 3 (4V + 2Ü) 8 LP	<b>Bachelorarbeit</b> Bachelorarbeit 10 LP	<b>Bildungswissenschaften,                      Schulpraktika bzw.                      zweites Fach</b>  Bildungswissenschaften 30 LP Schulpraktika 10 LP zweites Fach 65 LP	~ 30 LP
	----- <b>Theoretische Elektrodynamik</b> (2V + 1Ü) 4 LP		<b>Fachdidaktik 2</b> Lehr-Lern-Labor (2P) 3 LP		~ 30 LP
4 (WS)		<b>Grundpraktikum 2</b> Grundpraktikum 2 (3P) 6 LP	Demonstrationspraktikum 1 (4S) 6 LP Grundlagen der Fachdidaktik (1V) 1 LP		~ 30 LP
		<b>Grundpraktikum 1</b> Grundpraktikum 1 (5P) 6 LP	<b>Fachdidaktik 1</b> Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik 2 (2S) 2 LP		~ 30 LP
2 (WS)	<b>Experimentalphysik 2</b> Experimentalphysik 2 (4V + 2Ü) 8 LP Rechenmethoden 2 (2V + 2Ü) 3 LP Tutorium 2 (2S) 0,5 LP		Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik 1 (2S) 2 LP		~ 30 LP
	<b>Experimentalphysik 1</b> Experimentalphysik 1 (4V + 2Ü) 8 LP Rechenmethoden 1 (2V + 2Ü) 3 LP Tutorium 1 (2S) 0,5 LP				~ 30 LP
					180 LP

## 2.2 Alternative Studienverläufe

# 3 Detaillierte Modulbeschreibungen mit Lehrveranstaltungen

## 3.1 Mathematischer Brückenkurs

Modul 100a	Mathematischer Brückenkurs (freiwillig) <i>Pre-course in mathematics</i> (voluntary)						M.08.128.100a
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	W						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	0 LP = 0 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit(SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
Vorlesung mit Übung „Mathematischer Brückenkurs“		0	W			0 LP	
Vorlesung	V			3 SWS			
Übung	Ü			2 SWS			
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme							
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Hauptziel des Kurses ist die Angleichung des mathematischen Leistungsniveaus der Studienanfänger und -anfängerinnen bzw. die Auffrischung vorhandener Kenntnisse. Die Kurse bieten als Nebeneffekt eine bewährte Möglichkeit zur frühzeitigen Vernetzung der Studierenden untereinander, z.B. um Lerngruppen zu bilden. Der Mathematik-Brückenkurs der Physik dient vornehmlich der Wiederholung des Schulstoffes der Mathematik-Leistungskurse und der Einübung von Rechenfertigkeiten in begleitenden Übungen.							
<b>Inhalte</b>							
Die folgenden Themen werden u.a. behandelt:							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notationen und Zahlbegriff (natürliche, rationale, reelle Zahlen)</li> <li>• Lösung von linearen Gleichungssystemen, Matrizen</li> <li>• Rechenregeln mit Vektoren und deren Komponentendarstellung in kartesischen Koordinaten; Skalarprodukt und Kreuzprodukt</li> <li>• Polynome, Exponentialfunktion und Logarithmus, trigonometrische Funktionen</li> <li>• Folgen und Reihen</li> <li>• Differentialrechnung und Integralrechnung in einer Veränderlichen</li> </ul>							
Im Vorgriff auf die Mathematik des ersten Studienjahres können optional zusätzliche Themen behandelt werden, insbesondere solche, die für das erste Semester wichtig sind, z.B. Taylorreihen.							
<b>Literatur</b>							
Hefft, Klaus: <a href="#">Mathematischer Vorkurs zum Studium der Physik</a>							
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							

<b>Modul 100a</b>	<b>Mathematischer Brückenkurs (freiwillig) <i>Pre-course in mathematics</i> (voluntary)</b>	<b>M.08.128.100a</b>
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Unterrichtssprache Deutsch	
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	0/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>		
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Dozent/innen: Dozierende der theoretischen und experimentellen Physik	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	B.Sc. Physik, B.Sc. Meteorologie	
<b>Sonstiges</b>	Freiwillige Veranstaltung	

## 3.2 Experimentalphysik

<b>Modul 1</b>	<b>Experimentalphysik 1: Mechanik, Thermodynamik</b> <i>Experimental physics 1: mechanics, thermodynamics</i>					M.08.128.018
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	11,5 LP = 345 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit(SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Vorlesung mit Übung und Tutorium „Experimentalphysik 1“ Vorlesung Übung Tutorium	V Ü S	1 (1)	P	4 SWS 2 SWS 2 SWS	177 h	8,5 LP
Vorlesung mit Übung „Mathematische Rechenmethoden 1“ Vorlesung Übung	V Ü	1 (1)	P	2 SWS 2 SWS	48 h	3 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.					
Studienleistung(en)	keine					
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Minuten, Bearbeitungszeit maximal 180 Minuten). In Umfang und Wichtung umfasst die Klausur die Inhalte der Vorlesungen Experimentalphysik 1 und Mathematische Rechenmethoden 1 im Verhältnis 2:1. Beide Teile der Klausur müssen individuell bestanden werden.					

<b>Modul 1</b>	<b>Experimentalphysik 1: Mechanik, Thermodynamik</b> <i>Experimental physics 1: mechanics, thermodynamics</i>	<b>M.08.128.018</b>
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>		
<p>Die Studierenden verfügen über ein sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten Begriffen und kennen die einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente; kennen die Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen und verfügen über die Fähigkeit zur Anwendung und quantitativer Behandlung einschlägiger Probleme; kennen mathematische Begriffe und Methoden und können sicher mit ihnen umgehen; können mathematische Formalismen zur Lösung physikalischer Problemstellungen anwenden.</p> <p>Das Modul Experimentalphysik 1 umfasst insbesondere die folgenden drei wichtigen Teilgebiete der klassischen Physik: Mechanik, Schwingungen und Wellen sowie die Wärmelehre. Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in das physikalische Denken und Arbeiten, als Grundlage für das gesamte weitere Physikstudium, eingeübt sein,</li> <li>• ein möglichst sicheres und strukturiertes Wissen zu den unter Inhalt aufgeführten Teilgebieten erlangt haben und</li> <li>• die Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme durch das eigenständige Bearbeiten von Übungsaufgaben erworben haben.</li> </ul> <p>Die zum Verständnis erforderlichen mathematischen Hilfsmittel werden in der parallel laufenden Veranstaltung Mathematische Rechenmethoden 1 bereitgestellt. Das inhaltlich mit der Vorlesung stark verzahnte Tutorium bietet die Möglichkeit,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die zugrunde liegenden Hintergründe und Effekte, die in den Vorlesungen und Praktika eingeführt werden, vertiefend zu wiederholen, an Beispielen zu erläutern bzw. im Detail zu erarbeiten,</li> <li>• die Studierenden auf die Grundlagen des experimentellen Arbeitens vorzubereiten und in der Gewinnung von Selbstkompetenzen zu unterstützen,</li> <li>• allgemeinen Fragen zu Studium und Lehre zu stellen und die Studierenden in der Gruppe oder in Einzelgesprächen zu beraten.</li> <li>• Lehramts-Studierenden stehen alle Tutoriumsgruppen offen. In einer Tutoriumsgruppe, die speziell für Lehramtsstudierende konzipiert ist, wird konkreter auf mögliche Verständnishürden bei der Lösung der Übungsaufgaben zur Experimentalphysik 1 eingegangen.</li> </ul>		

<b>Modul 1</b>	<b>Experimentalphysik 1: Mechanik, Thermodynamik</b> <i>Experimental physics 1: mechanics, thermodynamics</i>	<b>M.08.128.018</b>
<b>Inhalte</b>		
<p>Die Veranstaltung „Experimentalphysik 1“ umfasst die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Einführung, Allgemeines:</i> Theorie und Experiment, Mathematisierung, Verhältnisse zu anderen Wissenschaften; Begriffe und Größen, Messen und Maßeinheiten, Standards von Masse, Länge, Zeit.</li> <li>• <i>Mechanik:</i> Mechanik von Massenpunkten und Systemen von Massenpunkten, Mechanik des starren Körpers, Mechanik der Kontinua / deformierbarer Körper, Schwingungen und Wellen; Akustik, Ausblick: Grenzen der klassischen Mechanik</li> <li>• <i>Thermodynamik:</i> Phänomenologische Thermodynamik, Kinetische Gastheorie</li> <li>• <i>Ausblick:</i> Bedeutung (Evolution und Kosmologie) und Grenzen (Statistische Mechanik, Nichtgleichgewichtsthermodynamik)</li> </ul> <p>Die „Experimentalphysik 1“ wird gemeinsam mit den Studierenden der Science-Studiengänge besucht. Insbesondere werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Einheiten, Basisgrößen, Größenordnungen, Bezugssysteme, Vektoren.</li> <li>• Mechanik von Massenpunkten: Kinematik von Massenpunkten, Newtonsches Kraftgesetz, Energie u. Impuls und deren Erhaltung, Mehr-Teilchen-Systeme, Schwerpunkt, Reibung, Scheinkräfte in beschleunigten Systemen, Galilei-Transformationen, Einführung Relativität, Lorentz-Transformationen.</li> <li>• Gravitation, Potential, Drehimpuls, Drehmoment, Trägheitsmoment, Kreisel.</li> <li>• Oszillationen und Wellen: Mathematisches und physikalisches Pendel, freie gedämpfte und erzwungene Schwingungen, Wellengleichung und Eigenschaften von Wellen, Schall.</li> <li>• Mechanik deformierbarer Körper: Ruhende und strömende Flüssigkeiten und Gase, Bernoullische Gleichung, Phänomene an Flüssigkeitsgrenzflächen.</li> <li>• Wärmelehre: Zustandsgrößen und Prozessgrößen, Zustandsgleichungen, Hauptsätze der Wärmelehre, Carnot'scher Kreisprozess, Entropie, Grundzüge der kinetischen Gastheorie, Stoffe in verschiedenen Aggregatzuständen.</li> </ul> <p>Es wird eine Tutoriumsgruppe eingerichtet, in der speziell auf die Belange von Lehramtsstudierenden eingegangen wird, auch was die Konzepte bei Rechnungswegen zur Lösung von Übungsaufgaben angeht; dies rechtfertigt die im Vergleich zu den Science-Studiengängen leicht verminderte Zahl an Leistungspunkten. Lehramtsstudierende können auch an anderen Tutoriumsgruppen teilnehmen, wenn sie es wünschen. Bei einem Studienfachwechsel (B.Ed. zu B.Sc. Physik) wird die Teilnahme an der Lehramts-Tutoriumsgruppe wie eine reguläre Tutoriumsgruppe anerkannt.</p> <p>In der Veranstaltung „Mathematische Rechenmethoden 1“ werden die Themen Vektoralgebra, komplexe Zahlen, Integration und Differentiation, Vektoranalysis 1, Grundprobleme der Dynamik, sowie lineare Differentialgleichungen behandelt.</p>		
<b>Literatur</b>		
<p>Diverse Lehrbücher, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meschede, Gerthsen, Physik, Springer Verlag</li> <li>• Demtröder, Experimentalphysik 1, Springer Verlag</li> <li>• Otten, Repetitorium Experimentalphysik, Springer Verlag</li> <li>• Halliday, Resnick, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA; ISBN-13: 978-3527409198</li> <li>• Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag</li> </ul>		
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>		
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Besuch des mathematischen Brückenkurses	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	11,5/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>		
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r)	

Modul 1	<b>Experimentalphysik 1: Mechanik, Thermodynamik</b> <i>Experimental physics 1: mechanics, thermodynamics</i>	M.08.128.018
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	BEd Physik; die Lehrveranstaltung „Experimentalphysik 1“ kann auch für die Studiengänge BSc Physik, BSc Angewandte Physik und BSc Physik der Atmosphäre anerkannt werden	
Sonstiges		

<b>Modul 2</b>	<b>Experimentalphysik 2: Elektrodynamik, Optik</b> <i>Experimental physics 2: electrodynamics, optics</i>					<b>M.08.128.290</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>11,5 LP = 345 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Vorlesung mit Übung „Experimentalphysik 2“ Vorlesung Übung Tutorium	V Ü S	2 (2)	P	4 SWS 2 SWS 2 SWS	177 h	8,5 LP
Vorlesung mit Übung „Mathematische Rechenmethoden 2“ Vorlesung Übung	V Ü	2 (2)	P	2 SWS 1 SWS	58,5 h	3 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.					
Studienleistung(en)	keine					
Modulprüfung	Mündl. Prüfung (30 Min.)					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
<p>Die Studierenden verfügen über ein sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten Begriffen und kennen die einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente; kennen die Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen und verfügen über die Fähigkeit zur Anwendung und quantitativer Behandlung einschlägiger Probleme; kennen mathematische Begriffe und Methoden und können sicher mit ihnen umgehen; können mathematische Formalismen zur Lösung physikalischer Problemstellungen anwenden.</p> <p>Das Modul Experimentalphysik 2 umfasst die folgenden drei wichtigen Teilgebiete der klassischen Physik: Elektrizitätslehre, Magnetismus und Optik. Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in das physikalische Denken und Arbeiten, als Grundlage für das gesamte weitere Physikstudium, eingeübt sein,</li> <li>• ein möglichst sicheres und strukturiertes Wissen zu den unter Inhalt aufgeführten Teilgebieten erlangt haben und</li> <li>• die Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme durch das eigenständige Bearbeiten von Übungsaufgaben erworben haben.</li> </ul> <p>Die zum Verständnis erforderlichen mathematischen Hilfsmittel werden in der parallel laufenden Veranstaltung Mathematische Rechenmethoden 2 bereitgestellt. Das inhaltlich mit der Vorlesung stark verzahnte Tutorium bietet die Möglichkeit,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die zugrunde liegenden Hintergründe und Effekte, die in den Vorlesungen und Praktika eingeführt werden, vertiefend zu wiederholen, an Beispielen zu erläutern bzw. im Detail zu erarbeiten,</li> <li>• die Studierenden auf die Grundlagen des experimentellen Arbeitens vorzubereiten und in der Gewinnung von Selbstkompetenzen zu unterstützen,</li> <li>• allgemeinen Fragen zu Studium und Lehre zu stellen und die Studierenden in der Gruppe oder in Einzelgesprächen zu beraten.</li> <li>• Lehramts-Studierenden stehen alle Tutoriumsgruppen offen. In einer Tutoriumsgruppe, die speziell für Lehramtsstudierende konzipiert ist, wird konkreter auf mögliche Verständnishürden bei der Lösung der Übungsaufgaben zur Experimentalphysik 2 eingegangen.</li> </ul>						

<b>Modul 2</b>	<b>Experimentalphysik 2: Elektrodynamik, Optik</b> <i>Experimental physics 2: electrodynamics, optics</i>	<b>M.08.128.290</b>
<b>Inhalte</b>		
<p>Die Veranstaltung „Experimentalphysik 2“ umfasst die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Elektrodynamik</i>: Elektrostatik und Elektrizitätslehre, Magnetostatik, Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern, zeitabhängige elektromagnetische Felder, aktuelle Entwicklungen.</li> <li>• <i>Optik</i>: Strahlenoptik, Wellenoptik, Lichtmessung und Ausblick auf Quantenoptik</li> </ul> <p>Die „Experimentalphysik 2“ wird gemeinsam mit den Studierenden der Science-Studiengänge besucht. Schwerpunktmäßig werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik: Grundgrößen, Coulomb-Gesetz, Gauß'scher Satz, Influenz, Kondensator, elektrischer Dipol, Dielektrika.</li> <li>• Stationäre Ströme: Gleichstromkreise, Kirchhoffsche Regeln, Messverfahren elektrische Größen.</li> <li>• Magnetostatik: stationäre Magnetfelder, Kräfte auf Ladungen und Leiter im Magnetfeld, magnetischer Dipol, Materie im Magnetfeld.</li> <li>• Zeitabhängige elektromagnetische Felder: Induktion, stationäre Wechselströme, Impedanz, aktive Bauelemente, Verschiebungsstrom und Maxwell'sche Gleichungen, Energie in elektromagnetischen Feldern, Dipolstrahlung, Eigenschaften von elektromagnetischen Wellen.</li> <li>• Optik: Natur und Eigenschaften des Lichtes, Messung von <math>c</math>, Reflexion und Brechung, Strahlenoptik, Abbildung mit Linsen.</li> </ul> <p>Es wird eine Tutoriumsgruppe eingerichtet, in der speziell auf die Belange von Lehramtsstudierenden eingegangen wird, auch was die Konzepte bei Rechnungswegen zur Lösung von Übungsaufgaben angeht; dies rechtfertigt die im Vergleich zu den Science-Studiengängen leicht verminderte Zahl an Leistungspunkten. Lehramtsstudierende können auch an anderen Tutoriumsgruppen teilnehmen, wenn sie es wünschen. Bei einem Studienfachwechsel (B.Ed. zu B.Sc. Physik) wird die Teilnahme an der Lehramts-Tutoriumsgruppe wie eine reguläre Tutoriumsgruppe anerkannt.</p> <p>In der Veranstaltung „Mathematische Rechenmethoden 2“ werden die Themen Vektoranalysis 2, spezielle Funktionen der mathematischen Physik, partielle Differentialgleichungen, Reihenentwicklungen und orthogonale Funktionen sowie Grundbegriffe und Werkzeuge der Statistik behandelt.</p>		
<b>Literatur</b>		
<p>Diverse Lehrbücher, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meschede, Gerthsen, Physik, Springer Verlag</li> <li>• Demtröder, Experimentalphysik 2, Springer Verlag</li> <li>• Otten, Repetitorium Experimentalphysik, Springer Verlag</li> <li>• Halliday, Resnick, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA; ISBN-13: 978-3527409198</li> <li>• Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag</li> </ul>		
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>		
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul 1 „Experimentalphysik 1“	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	11,5/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>		
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r)	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	BEd Physik; die Lehrveranstaltung „Experimentalphysik 2“ kann auch für die Studiengänge BSc Physik, BSc Angewandte Physik und BSc Physik der Atmosphäre anerkannt werden	
<b>Sonstiges</b>		

<b>Modul 6</b>	<b>Experimentalphysik 3: Atom- und Quantenphysik</b> <i>Experimental physics 3: atomic and quantum physics</i>					<b>M.08.128.030</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>8 LP = 240 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Vorlesung mit Übung „Wellen und Quantenphysik“ Vorlesung Übung	V Ü	4 (6)	P	4 SWS 2 SWS	177 h	8 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.)					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
<p>Nach Abschluss des Moduls „Experimentalphysik 3“ sollen die Studierenden die Grundlagen der Wellenphänomene anhand von Lichtwellen und Materiewellen erlernen. Im ersten Teil der Vorlesung sollen dabei vertiefte Konzepte der Wellentheorie von Licht besprochen werden um diese dann auf die Quantenphysik übertragen zu können. In der Vorlesung sollen darüber hinaus wichtige weitergehende Konzepte der Quantenphysik an einfachen Modellsystemen eingeführt werden.</p> <p>Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Konzepte von Wellen- und Quantenphänomenen verstanden haben,</li> <li>• ein möglichst sicheres und strukturiertes Wissen zu den unter Inhaltäufgeführten Teilgebieten erworben haben,</li> <li>• einschlägige Probleme selbständig in den Übungen lösen können sowie</li> <li>• Parallelen in den theoretischen Konzepten (z. B. Wellen, quantenmechanische Zustände) erkannt haben und diese nutzen können, um neuartige Probleme anzugehen.</li> </ul> <p>Die Studierenden erreichen somit folgende Qualifikationsziele, Lernergebnisse und Kompetenzen: Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gewinnen einen Einblick in die grundlegenden Unterschiede zwischen klassischer und quantenphysikalischer Beschreibung, sie haben sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten Inhalten;</li> <li>• haben Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente sowie der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen und verfügen über die Fähigkeit zur Anwendung und quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme;</li> <li>• kennen die mathematischen Begriffe, Methoden sowie Formalismen und können diese zur Lösung physikalischer Problemstellungen anwenden.</li> </ul>						

<b>Modul 6</b>	<b>Experimentalphysik 3: Atom- und Quantenphysik</b> <i>Experimental physics 3: atomic and quantum physics</i>	M.08.128.030
<b>Inhalte</b>		
<p>Inhalte der Veranstaltung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Experimente: Atome: Bestimmung von atomaren Größen, Massen u. Energien, Rutherford-Streuung; Photonen: Strahlungsgesetze, Photoeffekt, Comptoneffekt; Elektronen: Elementarladung, e/m-Bestimmung, Interferenzexperimente</li> <li>• Nichtrelativistische Quantenmechanik: Materiewellen, Schrödingergleichung, Unbestimmtheitsrelation, einfache quantenmechanische Systeme, Interpretationsfragen, neuere Experimente</li> <li>• Atom- und Molekülphysik: Quantenmechanik des Wasserstoffatoms, Magnetisches Moment und Spin, Atombau, Periodensystem, Molekülphysik (Bindung, Spektren)</li> <li>• Quantenstatistik: Bosonen, Fermionen</li> <li>• Mathematik für Physik 3: Vektorräume und Operatoren, Spezielle Funktionen, Elemente der Gruppentheorie, Rechen- und Näherungsmethoden</li> </ul> <p>Zur Vermittlung dieser Kenntnisse behandelt die Veranstaltung die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Wellenoptik</i>: Polarisation, Beugung, Interferenz, Elementare Fourier-Optik (optische Filterung, Bildentstehung), Kohärenz, Optische Interferometer (Mach-Zehnder, Sagnac, Michelson- Morley), Evaneszente Wellen, Resonatoren (Fabry-Perot-Interferometer), Gauss'sche Strahloptik, Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung</li> <li>• <i>Materiewellen</i>: Ebene Wellen, Wellenpakete, Dispersionsrelation, Propagation, Messprozess / Interpretation der Wellenfunktion, Beugung/Interferenz von Materiewellen, Atominterferometer, Neutroneninterferometer</li> <li>• <i>Elementare Quantenmechanik</i>: Spin, Stern-Gerlach-Experiment, Spin <math>\Leftrightarrow</math> Polarisation, verschränkte Systeme (Photonenpaare), welcher Weg Experimente</li> <li>• <i>Einige quantenmechanische Systeme</i>: Harmonischer Oszillator, Tunneleffekt, H-Atom (Grundlagen), Spektroskopie (Grundlagen).</li> </ul>		
<b>Literatur</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demtröder, Experimentalphysik 2 &amp; 3;</li> <li>• Otten, Repetitorium Experimentalphysik;</li> <li>• Hecht, Optik;</li> <li>• Bergmann &amp; Schäfer 3, Optik</li> </ul>		
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>		
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Experimentalphysik 1-2, Mathematik 1-2	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	8/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>		
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. J. Walz	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	BEd Physik, BSc Physik, BSc Angewandte Physik m.S.I.	
<b>Sonstiges</b>		

## 3.3 Theoretische Physik

<b>Modul 8</b>	<b>Theoretische Physik 1: Theoretische Mechanik, Elektrodynamik</b> <i>Theoretical physics 1: theoretical mechanics, electrodynamics</i>					<b>M.08.128.340</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>8 LP = 240 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>2</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit(SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Vorlesung mit Übung „Theoretische Mechanik“ Vorlesung Übung	V Ü	5 (6)	P	2 SWS 1 SWS	88 h	4 LP
Vorlesung mit Übung „Theoretische Elektrodynamik“ Vorlesung Übung	V Ü	6 (5)	P	2 SWS 1 SWS	88 h	4 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Zwei Modulteilprüfungen, bestehend aus je einer Klausur (Umfang 120 Min., Bearbeitungszeit maximal 180 Min.) zu den Themenbereichen „Theoretische Mechanik“ und „Theoretische Elektrodynamik“. Regelsemester für die Klausuren ist jeweils das Semester, in dem die entsprechende Lehrveranstaltung belegt wird.					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
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, Arbeitsstrategien und Denkformen und ihre Kulturverflechtung an schulrelevanten Beispielen zu verdeutlichen.						
<b>Inhalte</b>						
Das Modul soll (zusammen mit der „Theoretischen Physik 2“) 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, Elektrodynamik, Quantenmechanik) eine übergeordnete Perspektive, um das Wesen von Physik zu verstehen.						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Theoretische Mechanik</i>: Elementare Newton'sche Mechanik, Lagrange-Mechanik, Hamilton-Mechanik, Drehungen, Tensoren und Tensorfelder</li> <li>• Fermatsches Prinzip; optional: Nichtlineare Dynamik und chaotische Systeme, Allgemeine Relativitätstheorie</li> <li>• <i>Theoretische Elektrodynamik</i>: Elektro- und Magnetostatik, Elektrodynamik</li> <li>• Maxwellgleichungen, elektromagnetische Wellen, Poynting-Vektor, Strahlung von bewegten Ladungsverteilungen</li> </ul>						

<b>Modul 8</b>	<b>Theoretische Physik 1: Theoretische Mechanik, Elektrodynamik</b> <i>Theoretical physics 1: theoretical mechanics, electrodynamics</i>	<b>M.08.128.340</b>
<b>Literatur</b>		
<p>Mathematik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. van Dongen, Einführungskurs Mathematik und Rechenmethoden (Springer, 2015)</li> <li>• I. N. Bronstein et al., Taschenbuch der Mathematik (Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 2008)</li> <li>• F. Embacher, Mathematische Grundlagen für das Lehramtsstudium Physik (Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2008)</li> <li>• K.-H. Goldhorn und H. P. Heinz, Mathematik für Physiker 1 - 3 (Springer, Berlin, Heidelberg, 2007 (1 und 2), 2008 (3))</li> <li>• K. Hefft, Mathematischer Vorkurs zum Studium der Physik (Elsevier - Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2006)</li> <li>• H. J. Korsch, Mathematische Ergänzungen zur Einführung in die Physik (Binomi-Verlag, Barsinghausen, 2007)</li> </ul> <p>Theoretische Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Fließbach, Mechanik (Elsevier - Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2007)</li> <li>• P. van Dongen, Klassische Mechanik (Springer, 2021)</li> <li>• H. Goldstein et al., Klassische Mechanik (WILEY-VCH, Weinheim, 2006)</li> <li>• F. Kuypers, Klassische Mechanik (WILEY-VCH, Weinheim, 2008)</li> <li>• L. D. Landau und E. M. Lifschitz, Mechanik (Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 2004)</li> <li>• F. Scheck, Theoretische Physik 1, Mechanik (Springer, Berlin, Heidelberg, 2007)</li> <li>• A. Sommerfeld, Mechanik (Verlag Harri Deutsch, Thun, Frankfurt am Main, 1994)</li> </ul> <p>Elektrodynamik und klassische Feldtheorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Brandt und H. D. Dahmen, Elektrodynamik (4. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, 2005)</li> <li>• T. Fließbach, Elektrodynamik (Elsevier - Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2005)</li> <li>• J. D. Jackson, Classical Electrodynamics (John Wiley &amp; Sons, New York, 1975)</li> <li>• L. D. Landau und E. M. Lifschitz, Klassische Feldtheorie (Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt am Main, 1997)</li> <li>• F. Scheck, Theoretische Physik 3, Klassische Feldtheorie (Springer, Berlin, Heidelberg, 2004)</li> </ul> <p>Kombiniertes Lehrbuch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Schilcher, Theoretische Physik kompakt für das Lehramt (Oldenbourg, München, 2010)</li> </ul>		
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>		
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Es wird empfohlen, vor Antritt des Moduls die Module „Experimentalphysik 1“ und „Experimentalphysik 2“ zu absolvieren.	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	8/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>		
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. Stefan Scherer	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	BEd Physik; die einzelnen Lehrveranstaltungen können auch für den Studiengang BSc Angewandte Physik anerkannt werden	
<b>Sonstiges</b>		

## 3.4 Physikalische Praktika

<b>Modul 4</b>	<b>Experimentelles Grundpraktikum 1: Mechanik, Thermodynamik</b> <i>Basic experimental lab course 1: mechanics, thermodynamics</i>					<b>M.08.128.310</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>6 LP = 180 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit(SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Praktikum: Experimentelles Grundpraktikum 1 (Mechanik, Thermodynamik)	Pr	3 (3)	P	4 SWS	138 h	6 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	Pr					
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Portfolio von Testaten zu den durchgeführten Versuchen					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
<p>Die Studierenden beherrschen die wichtigsten einschlägigen Messverfahren; verfügen über Erfahrungen im selbsttätigen Experimentieren einschließlich der Planung, Datenaufnahme, Auswertung, Berücksichtigung von Fehlerquellen und Überwindung praktischer Schwierigkeiten; haben ein sicheres Verständnis der Vor- und Nachteile verschiedener Bestimmungsverfahren (statische oder dynamische Messung, Fehlervermeidung, Methodenvielfalt) auch mit digitalen Ressourcen; beherrschen die Fehlerrechnung bei schrittweise steigendem Anforderungsniveau in der Fehlerbetrachtung; kennen Labor- und Sicherheitsbestimmungen.</p> <p>Im physikalischen Grundpraktikum 1 und 2 erlernen die Studierenden konkret</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das experimentelle Arbeiten in allen Bereichen der Physik durch den selbständigen Aufbau und der Durchführung von einfachen Versuchen in Kleingruppen unter Betreuung von erfahrenen Assistenten,</li> <li>• die jedem einzelnen Experiment zugrunde liegenden Hintergründe und Effekte in eingeschränkter Zeit zu verstehen und die Messprinzipien sowie die physikalischen Grundlagen und Zusammenhänge mündlich und an der Tafel überzeugend darzustellen,</li> <li>• den Einsatz und die Genauigkeit von Messgeräten und Messdatenerfassungssystemen mit konventionellen Techniken und Computerauswertungsverfahren, Methoden der Datenanalyse sowie das Führen eines Protokollheftes und Regeln guter wissenschaftlicher Praxis.</li> </ul> <p>Nach erfolgreichem Abschluss beider Module</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden mit den Grundprinzipien des Experimentierens, mit der Funktionsweise, Genauigkeit und Bedienung verschiedener Messgeräte sowie mit der computergestützten Messdatenerfassung vertraut,</li> <li>• können Messdaten richtig interpretieren, angemessene Fehlerabschätzungen ausführen und beherrschen die Berechnung der Fehlerfortpflanzung;</li> <li>• sind die Studierenden mit der Anpassung von Funktionen an Messdaten (lineare Regression, Fitprozeduren etc.) vertraut, beherrschen die saubere und vollständige Protokollierung von Messdaten und sind in der Lage, Messergebnisse in tabellarischer und graphischer Form übersichtlich darzustellen;</li> <li>• haben sie die Anwendung von theoretischen Grundlagen auf konkrete Experimente eingeübt, eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren.</li> </ul> <p>Die Studierenden machen zudem Erfahrungen mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dem Zeitmanagement durch die nötige Einteilung des Praktikumstags,</li> <li>• der Schreibkompetenz (Anfertigung der Protokolle im Grundpraktikum 2) und üben ihre Teamfähigkeit durch die gemeinsame Durchführung der Versuche.</li> </ul> <p>In den mündlichen Vortestaten verbessern die Studierenden ihre Kommunikations- und Ausdrucksfähigkeit, da Wert auf klare und präzise Erklärungen gelegt wird.</p>						

<b>Modul 4</b>	<b>Experimentelles Grundpraktikum 1: Mechanik, Thermodynamik</b> <i>Basic experimental lab course 1: mechanics, thermodynamics</i>	<b>M.08.128.310</b>
<b>Inhalte</b>		
<p>Das experimentelle Grundpraktikum 1 ist inhaltlich und zeitlich auf das Modul „Experimentalphysik 1“ abgestimmt. Die Auswahl der Experimente und deren Aufbereitung erfolgt so, dass spezifische Aspekte des Experimentierens exemplarisch deutlich werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messverfahren grundlegender physikalischer Größen; Hypothesenbildung und –bestätigung; analoges und digitales Messen mit Fehlerminimierung; Datenaufnahme und –analyse; Theorie und Anwendbarkeit von Messgeräten; Nutzung handelsüblicher moderner Geräte; Einübung handwerklich-experimenteller Fertigkeiten; Funktionen physikalischer Experimente.</li> <li>• Grundlegende Experimente aus der Mechanik zu den Themen Stöße, Rotation, Flüssigkeitsmechanik, Mechanische Schwingungen</li> <li>• Grundlegende Experimente aus der Thermodynamik zu den Themen: Thermodynamische Prozesse, Kalorimetrie, Phasenumwandlung; Temperaturmessung, Wärmeleitung und Wärmestrahlung</li> <li>• Grundlegendes zur Theorie und Praxis der Fehlerrechnung</li> </ul> <p>Konkret werden in 4 Vorversuchen und 7 Hauptversuchen Auswerteverfahren und physikalische Themen aus den folgenden Bereichen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messprozess: Datenanalyse, Fehlerrechnung, Statistik</li> <li>• Mechanik: Translation und Rotation, Schwingungen und Wellen</li> <li>• Thermodynamik: Kalorimetrie, Gasgesetze, Wärmekraftmaschine</li> </ul>		
<b>Literatur</b>		
Standardlehrbücher der Experimentalphysik		
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>		
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Es wird empfohlen, vor Antritt des Moduls das Modul „Experimentalphysik 1“ zu absolvieren.	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	§5 Abs. 5	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. K. Wendt	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	BEd Physik, BSc Physik, BSc Angewandte Physik m.S.I., BSc Meteorologie	
<b>Sonstiges</b>		

<b>Modul 5</b>	<b>Experimentelles Grundpraktikum 2: Elektrodynamik, Optik</b> <i>Basic experimental lab course 2: electrody- namics, opticsk</i>					M.08.128.320
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflich- tungsgrad</b>	<b>Kontakt- zeit(SWS)</b>	<b>Selbst- studium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>
Praktikum: Experimentelles Grund- praktikum 2 (Elektrodynamik, Optik)	Pr	4 (4)	P	4 SWS	138 h	6 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	Pr					
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Portfolio von Testaten zu den durchgeführten Versuchen					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Zusätzlich zu den Kompetenzen des Experimentellen Grundpraktikums 1: Die Studierenden gewinnen erste Erfahrungen in digitaler Messwerterfassung und -auswertung und kennen ihre Vor- und Nachteile; gewinnen erste Erfahrungen mit gängigen Schülerexperimentiersystemen im Regelunterricht mit Klassen (mindestens ein Versuch pro Semester) oder mit Studierendengruppen (Unterrichtsminiaturen); haben erste Kenntnisse wesentlicher Elemente des experimentellen Unterrichts (Motivation, Einbindung der Schüler und Schülerinnen/Kommilitonen und Kommilitoninnen durch Fragestellungen/Aufgaben, überzeugende Erklärung des Versuches, gemeinsame Auswertung) und beachten sie; reflektieren den sinnvollen Einsatz digitaler Ressourcen beim Experimentieren.						
<b>Inhalte</b>						
Das experimentelle Grundpraktikum 1 ist inhaltlich und zeitlich auf das Modul „Experimentalphysik 2“ abgestimmt. Die Auswahl der Experimente und deren Aufbereitung erfolgt so, dass spezifische Aspekte des Experimentierens exemplarisch deutlich werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messverfahren grundlegender physikalischer Größen; Hypothesenbildung und –bestätigung; analoges und digitales Messen mit Fehlerminimierung; Datenaufnahme und –analyse; Theorie und Anwendbarkeit von Messgeräten; Nutzung handelsüblicher moderner Geräte; Einübung handwerklich-experimenteller Fertigkeiten; Funktionen physikalischer Experimente.</li> <li>• Grundlegende Experimente aus der Elektrodynamik zu den Themen Elektrische Stromkreise, Magnetisches Feld, Induktion, Wechselstrom, elektrische Ausgleichsvorgänge und Schwingungen, elektromagnetische Wellen, Halbleiterbauteile.</li> <li>• Grundlegende Experimente aus der Optik zu den Themen: Strahlenoptik, Abbildung durch Linsen, optische Instrumente, stehende Wellen, Interferenz und Polarisation, Beugung</li> <li>• Vertiefendes zur Theorie und Praxis der Fehler</li> </ul> Konkret werden in 10 Versuchen physikalische Themen aus den folgenden Gebieten behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrizität: Stromkreise, Induktion, Potentialfelder, Oszilloskop</li> <li>• Optik: Beugung, Interferenz, Polarisation, Spektrometrie</li> <li>• Radioaktivität: alpha-, beta- und gamma-Strahlung</li> </ul>						
<b>Literatur</b>						
Standardlehrbücher der Experimentalphysik						
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>				Es wird empfohlen, vor Antritt des Moduls die Module „Experimentalphysik 2“ und „Experimentelles Grundpraktikum 1“ zu absolvieren.		
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>				Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch		

<b>Modul 5</b>	<b>Experimentelles Grundpraktikum 2: Elektrodynamik, Optik</b> <i>Basic experimental lab course 2: electrody- namics, opticsk</i>	<b>M.08.128.320</b>
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	§5 Abs. 5	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. K. Wendt	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	BEd Physik, BSc Physik, BSc Angewandte Physik m.S.I., BSc Meteorologie	
<b>Sonstiges</b>		

## 3.5 Fachdidaktik

<b>Modul 3</b>	<b>Fachdidaktik 1: Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik</b> <i>Physics didactics 1: didactical extensions to experimental physics</i>					<b>M.08.128.300</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>4 LP = 120 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>2</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit(SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
a) Seminar „Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik 1“	S	2 (2)	P	2 SWS	39 h	2 LP
b) Seminar „Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik 2“	S	3 (3)	P	2 SWS	39 h	2 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	beide Lehrveranstaltungen					
Aktive Teilnahme	Präsentation eigenständiger Beiträge					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Mündl. Prüfung (30 Min.)					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Die Studierenden reflektieren den eigenen fachlichen Lernprozess (begriffliches Verständnis); sie können themenspezifische und -übergreifende Elemente des Schülervorverständnisses erläutern, können Alltagsvorstellungen und physikalische Konzepte gegenüberstellen; können physikalische Sachverhalte unter Berücksichtigung individueller Lernvoraussetzungen in heterogenen und inklusiven Lerngruppen erklären und nutzen dazu auch (offene) fachbezogene digitale Bildungsressourcen; können Möglichkeiten zur Steigerung der Motivation des Physiklernens erläutern und eine gezielte Auswahl von Medien zur Veranschaulichung zentraler Inhalte der Experimentalphysik treffen und modifizieren dazu auch angemessene digitale Bildungsressourcen fach- und schülerbezogen und sind sensibilisiert hinsichtlich Barrierefreiheit.						
<b>Inhalte</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülervorstellungen und -interessen in den schulrelevanten Themengebieten der Physik <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schülervorstellungen zu Zielen und Arbeitsweise der Physik</li> <li>– typische Verständnishürden</li> </ul> </li> <li>• schülergemäßes Erklären, Elementarisierungen der fachwissenschaftlichen Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>– themenspezifische analoge und digitale Ressourcen (auch Schulbuch)</li> <li>– Motivierung (Alltagsanwendungen, Experimente, Software)</li> </ul> </li> <li>• interessante und instruktive Aufgabenstellungen</li> </ul>						
<b>Literatur</b>						
Schecker, Horst et al. (2018). Schülervorstellungen und Physikunterricht. Springer Spektrum: Berlin.						
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>				Die Seminare beziehen sich inhaltlich auf die unter 1. genannten Veranstaltungen. Es wird daher empfohlen, die Seminare in dem auf die jeweilige Veranstaltung folgenden Semester zu besuchen		
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>				Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch		
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>				4/180		
<b>Häufigkeit des Angebots</b>				Jedes Semester		
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>				§5 Abs. 5		

<b>Modul 3</b>	<b>Fachdidaktik 1: Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik</b> <i>Physics didactics 1: didactical extensions to experimental physics</i>	<b>M.08.128.300</b>
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. F. Fiedler, A. Physik	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	BEd Physik	
<b>Sonstiges</b>		

<b>Modul 7</b>	<b>Fachdidaktik 2: Physikunterricht – Konzeptionen und Praxis</b> <i>Physics didactics 2: physics education – concepts and practice</i>		<b>M.08.128.330</b>			
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>10 LP = 300 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>2</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit(SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
a) Vorlesung „Grundlagen der Fachdidaktik“	V	5 (4)	P	1 SWS	19,5 h	1 LP
b) Seminar „Demonstrationspraktikum 1“	S	5 (4)	P	4 SWS	138 h	6 LP
c) Seminar „Lehr-Lern-Labor“	S	6 (5)	P	2 SWS	59 h	3 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	S					
Aktive Teilnahme	Aufbau, Durchführung und Auswertung von Versuchen					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung	Abschlussprüfung mit einem praktischen Teil (45 Min.) und einem mündlichen Teil (20 Min.)					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Die Studierenden können die Bedeutung der Physik für das Weltverständnis und die gesellschaftliche Entwicklung darlegen und im Unterricht sowie in der (Schul-) Öffentlichkeit reflektiert vertreten; können grundlegende Ziele und Inhalte des Physikunterrichts benennen; kennen spezifische Maßnahmen zum Umgang mit Heterogenität im Physikunterricht, z.B. gender-spezifische Förderung, und können Formate der Anleitung und Hilfestellung auch in digitaler Form entwickeln und implementieren; können empirisch begründete Theorien des Physikunterrichts erläutern und darauf aufbauend differenzierte Lernarrangements für heterogene und inklusive Lerngruppen gestalten sowie Themen für den Unterricht exemplarisch aufbereiten, auch mit digitalen Ressourcen; planen und gestalten den Einsatz von Geräten und Materialien (auch digitale) im Unterricht, um so eine hohe Effektivität von Lehrinterventionen und Interaktion mit den Lernenden auf individueller Ebene und als Gruppe (kollaborative Lernstrategien), innerhalb und außerhalb des Unterrichts, zu erreichen und selbstgesteuerte Lernprozesse zu fördern; beherrschen den kompetenten Umgang mit handels- und schulüblichen Lehrgeräten und Experimentiermaterialien, sie wenden Strategien zur systematischen Analyse von Fehlerquellen beim eigenen Experimentieren an und kennen die Kategorien von Experimenten, ihre Funktion und ihr didaktisches Potenzial; verfügen über exemplarische Erfahrungen, Experimente lernziel- und schülerorientiert auszuwählen, aufzubauen und zu präsentieren sowie Demonstrations- und Schülerexperimente einzusetzen, auch mit digitalen Ressourcen; berücksichtigen Lernintentionen, Kontext, didaktischen Ansatz und die Heterogenität der Lerngruppe bei der Auswahl digitaler Ressourcen und der Planung ihrer Nutzung; beherrschen die wichtigsten Sicherheitsvorschriften im Physikunterricht.						

<b>Modul 7</b>	<b>Fachdidaktik 2: Physikunterricht – Konzeptionen und Praxis</b> <i>Physics didactics 2: physics education – concepts and practice</i>	<b>M.08.128.330</b>
<b>Inhalte</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung und Legitimation physikalischer Bildung, Ziele des Physikunterrichts; konzeptionelle Ansätze für den Physikunterricht (insbes. kontextorientierter Physikunterricht); Elementarisierung, didaktische Reduktion und Rekonstruktion</li> <li>• Curriculumentwicklung, Bildungsstandards für den Physikunterricht, Physikunterricht im Spiegel internationaler und nationaler empirischer Studien; Unterrichtsskripte zum Physikunterricht</li> <li>• differenzierende Lernarrangements im Physikunterricht unter dem besonderen Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen (z.B. mit Blick auf Geschlecht, Sprachkompetenz und individuelle Förderbedarfe)</li> <li>• Grundlegende Experimente des Physikunterrichts der Sekundarstufe I, Gerätekunde schultypischer Geräte; Zielsetzung und didaktisches Potential von Demonstrationsexperimenten, Schülerexperimenten, Freihandexperimenten, Modellexperimenten, Gedankenexperimenten etc., Methodik des Experimentierens; digital gestütztes Experimentieren (z. B. Messdatenerfassung, Simulation, Modellbildungssysteme)</li> <li>• Präsentation von Experimenten, experimentorientierte Schülerwettbewerbe: Jugend forscht, Schüler experimentieren</li> <li>• Sicherheit im Physikunterricht</li> </ul>		
<b>Literatur</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardliteratur der Experimentalphysik.</li> <li>• Kircher et al (2015). Physikdidaktik. Theorie und Praxis. Springer Spektrum.</li> </ul>		
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>		
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Es wird empfohlen, vor Antritt des Moduls die Module „Experimentalphysik 1“, „Experimentalphysik 2“, „Fachdidaktik 1“, und „Experimentelles Grundpraktikum 1“ zu absolvieren. Es wird empfohlen, die Veranstaltungen „Grundlagen der Fachdidaktik“ und „Demonstrationspraktikum 1“ vor der Veranstaltung „Lehr-Lern-Labor“ zu absolvieren.	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Unterrichtssprache Deutsch Prüfungssprache Deutsch	
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	10/180	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich	
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	§5 Abs. 5	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. F. Fiedler, A. Physik	
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	BEd Physik	
<b>Sonstiges</b>		