

Stand 14.02.2017

**Nichtamtliche Lesefassung** der  
**Fachspezifischen Studien- und Prüfungs-**  
**ordnung für das Bachelorstudium im Fach**  
**Physik**

**Monostudiengang**

**Überfachlicher Wahlpflichtbereich für andere Bache-**  
**lorstudiengänge und –studienfächer**

**Studienordnung vom (31. Juli 2014, ABM 57/2014)**  
**mit eingearbeiteter erster und zweiter Änderung**

---

---

# Fachspezifische Studienordnung

## für das Bachelorstudium im Fach „Physik“

Diese **nichtamtliche** Lesefassung, entspricht der Studienordnung Physik (31. Juli 2014, ABM 57/2014) inklusive der ersten Änderung (15. März 2016, AMB 11/2016) und der zweiten Änderungen (15. Oktober 2017, AMB 07/2018). Rechtswirksam sind nur die offiziellen Dokumente aus dem Amtlichen Mitteilungsblatt der HU.

- § 1 Anwendungsbereich
- § 2 Beginn des Studiums
- § 3 Ziele des Studiums
- § 4 Module des Monostudiengangs
- § 5 Module des überfachlichen Wahlpflichtbereichs für andere Bachelorstudiengänge und -studienfächer
- § 6 In-Kraft-Treten

**Anlage 1:** Modulbeschreibungen

**Anlage 2:** Idealtypischer Studienverlaufsplan

### § 1 Anwendungsbereich

Diese Studienordnung enthält die fachspezifischen Regelungen für das Bachelorstudium im Fach Physik. Sie gilt in Verbindung mit der fachspezifischen Prüfungsordnung für das Bachelorstudium im Fach Physik und der Fächerübergreifenden Satzung zur Regelung von Zulassung, Studium und Prüfung (ZSP-HU) in der jeweils geltenden Fassung.

### § 2 Beginn des Studiums

Das Studium kann zum Winter- und Sommersemester aufgenommen werden.

### § 3 Ziele des Studiums

(1) Das Studium zielt auf Vermittlung eines breiten und integrierten Wissens und Verstehens der wissenschaftlichen Grundlagen der Physik und einiger vertiefter Wissensbestände auf dem aktuellen Stand der Forschung. Nach Abschluss des Studiums sollte die Fähigkeit, physikalische Probleme zu analysieren und selbstständig (auch unkonventionelle) Lösungen auszuarbeiten, vorhanden sein. Als Studium an der Humboldt-Universität zu Berlin eröffnet das Fach Physik die Möglichkeit, frühzeitig auch eigenständig an Forschungs- und Entwicklungsprojekten mitzuwirken.

(2) Der erfolgreiche Abschluss des Studiums qualifiziert für Berufe, in denen analytische Problemlösungskompetenz gefragt ist, d.h. für ein großes Spektrum von Berufen in Forschung und Wirtschaft, auch disziplinenübergreifend.

### § 4 Module des Monostudiengangs

Die Module des Monostudiengangs Physik sind ganzheitlich zu betrachten, wobei alle Studien-, Arbeits- und Prüfungsleistungen innerhalb eines Moduls integrative und aufeinander aufbauende Bestandteile des Moduls darstellen. Die Lehre findet entweder auf Deutsch oder den wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechend auf Englisch statt. Die jeweilige Lehrsprache wird im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Der Monostudiengang Physik beinhaltet folgende Module im Umfang von insgesamt 180 LP:

#### (a) Pflichtbereich (126 LP)

- Modul P0: Elementare Hilfsmittel der Physik (6 LP)
- Modul P1.1: Physik I: Mechanik und Wärmelehre (8 LP)
- Modul P1.2: Physik II: Elektromagnetismus (8 LP)
- Modul P1.3: Physik III: Optik (8 LP)
- Modul P1.4: Physik IV: Quanten-, Atom- und Molekülphysik (8 LP)
- Modul P2.1: Theoretische Physik I: Klassische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie (8 LP)
- Modul P2.2: Theoretische Physik II: Elektrodynamik (8 LP)
- Modul P2.3: Theoretische Physik III: Quantenmechanik (8 LP)
- Modul P2.4: Theoretische Physik IV: Fortgeschrittene Quantenmechanik (8 LP)
- Modul P2.5: Theoretische Physik V: Thermodynamik (5 LP)
- Modul P5: Rechneranwendungen in der Physik (6 LP)
- Modul P6.1: Grundpraktikum I (6 LP)
- Modul P6.2: Grundpraktikum II (6 LP)
- Modul P7.1: Einführung in die Festkörperphysik (8 LP)
- Modul P7.2: Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik (8 LP)
- Modul P8.a: Fortgeschrittenenpraktikum I (7 LP)
- Bachelorarbeit (10 LP)

#### (b) Fachlicher Wahlpflichtbereich (12 LP)

P8 Fortgeschrittene Wahlmodule (12 LP):

- Modul P8.b: Fortgeschrittenenpraktikum II (6 LP)
- Modul P8.c: Elektronik (6 LP)
- Modul P8.d: Funktionentheorie (6 LP)
- Modul P8.e: Mathematische Methoden der Physik (6 LP)
- Modul P8.f: Forschungsseminar (6 LP)
- Modul P8.g: Fortgeschrittene Themen der Physik (6 LP)

Eine Mehrfachbelegung des Moduls P8.g zu verschiedenen Themen ist möglich. Das spezielle Thema wird im Zeugnis als Zusatz ausgewiesen, etwa:

„P8.g: Fortgeschrittene Themen der Physik: *Einführung in die Astronomie und Astrophysik*“

#### (c) Überfachlicher Wahlpflichtbereich (42 LP)

P3 und P4 Wahlfach Mathematik (32 LP):

- Modul P3.1: Analysis I (8 LP)
- Modul P3.2: Analysis II (8 LP)
- Modul P3.3: Analysis III (8 LP)
- Modul P4: Lineare Algebra (8 LP)

Die Module P3.1, P3.2, P3.3 und P4 können wahlweise durch thematisch verwandte Module zur Analysis und Linearen Algebra aus dem Angebot des Instituts für Mathematik ersetzt werden.

Darüber hinaus sind im überfachlichen Wahlpflichtbereich Module aus den Modulkatalogen anderer Fächer oder zentraler Einrichtungen im Umfang von insgesamt 10 LP nach freier Wahl zu absolvieren. In den überfachlichen Wahlpflichtbereich können wahlweise z. B. auch Praktika, Fachschafts- und Gremienarbeit und Lehrveranstaltungen anderer Hochschulen eingebracht werden. Dies sollte vor Teilnahme mit dem Prüfungsausschuss abgeklärt werden.“

### **§ 5 Module des überfachlichen Wahlpflichtbereichs für andere Bachelorstudiengänge und -studienfächer**

Die Module des überfachlichen Wahlpflichtbereichs für andere Bachelorstudiengänge und -studienfächer sind:

- Modul Pe1: Theoretische Physik I:  
Klassische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie (10 LP)
- Modul Pe2: Theoretische Physik II:  
Elektrodynamik (10 LP)
- Modul Pe3: Theoretische Physik III:  
Quantenmechanik (10 LP)
- Modul Pe4: Theoretische Physik IV:  
Fortgeschrittene Quantenmechanik (10 LP)

Darüber hinaus können die Module, die dafür in den Studien- und Prüfungsordnungen des Kombinationsbachelorstudiengangs Physik genannt werden, gewählt werden.

### **§ 6 In-Kraft-Treten**

Diese Lesefassung tritt nicht in Kraft. Details zum In-Kraft-Treten der ursprünglichen Ordnung sowie der 1. und 2. Änderung finden sich in den jeweiligen offiziellen Dokumenten.

**Anlage 1: Modulbeschreibungen**

<b>P0, Elementare Hilfsmittel der Physik</b>			Leistungspunkte: 6
<p>Lern- und Qualifikationsziele:</p> <p>Die Studierenden verfügen über die mathematischen Voraussetzungen und das Grundwissen über wissenschaftliche Methoden und Techniken praktisch-experimenteller Arbeit, die für ein erfolgreiches Physikstudium notwendig sind. Das Modul nimmt eine Brückenfunktion zwischen schulischer und universitärer Ausbildung ein.</p>			
<p>Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: keine</p>			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
<b>Mathematische Grundlagen und Einführungspraktikum</b>			
VL	<u>3 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit, 55 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	<u>Teil I:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differential- und Integralrechnung</li> <li>• Differentialgleichungen</li> <li>• Elementare lineare Algebra</li> <li>• Krummlinige Koordinaten</li> <li>• Komplexe Zahlen</li> </ul> <u>Teil II:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Metrologie, experimenteller Methoden und Verfahren</li> <li>• Auswertung, Analyse und grafische Darstellung sowie Regressionsanalyse von Messdaten</li> <li>• Methoden der Fehlerrechnung und -analyse</li> <li>• Diskussion von experimentellen Ergebnissen, Erstellung von Versuchsberichten</li> </ul>
UE	<u>1 SWS</u>  <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	1 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.  <i>(s. Definition am Ende der Anlage 1).</i>	Themen des ersten Teiles der Vorlesung
<b>Einführungspraktikum</b>			
PR	<u>1 SWS</u>  <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung, einschließlich Anfertigung der Versuchsberichte	1 LP, Teilnahme an den Experimenten und erfolgreiche Bearbeitung der Versuchsaufgaben und -berichte	experimentell-praktische Übung unter direkter Anleitung bzw. Betreuung zu den Themen der Vorlesung anhand ausgewählter experimenteller Beispiele

Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur zu Mathematische Grundlagen von 90–180 Minuten und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	Ausschließlich Themen des ersten Teiles der Vorlesungen
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

Lesefassung

**P1.1, Physik I: Mechanik und Wärmelehre**

Leistungspunkte: 8

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen und experimentellen Methoden der Newton'schen Mechanik und der Wärmelehre systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls:  
keine

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messen und Einheiten</li> <li>• Newton'sche Mechanik von Massenpunkten in 1D und 3D</li> <li>• Eigenschaften realer Festkörper</li> <li>• Statische Eigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen</li> <li>• Strömungslehre</li> <li>• Wellen in kontinuierlichen Systemen</li> <li>• Wärmelehre: Gleichgewichtszustand, Zustandsgleichungen</li> <li>• Zustandsänderungen: 1. und 2. Hauptsatz</li> </ul>
UE	<u>3 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit, 55 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> 2 Semester</span>		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester</span>		

**P1.2, Physik II: Elektromagnetismus**

Leistungspunkte: 8

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die Grundgesetze der elektrischen und magnetischen Felder und deren Wechselwirkung mit Materie systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0 und P1.1

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Ladung und Felder</li> <li>• Gaußscher Satz</li> <li>• Elektrisches Potenzial</li> <li>• Elektrische Kapazität</li> <li>• Elektrischer Strom, Widerstand und Stromkreise</li> <li>• Magnetostatik (Lorentzkraft und Ampere-Gesetz)</li> <li>• Magnetismus und Materie</li> <li>• Induktion und Induktivität</li> <li>• Elektromagnetische Felder (D, E, B und H)</li> <li>• Elektromagnetische Schwingkreise und Wechselstrom</li> <li>• Maxwell-Gleichungen und Elektromagnetische Wellen</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P1.3, Physik III: Optik**

Leistungspunkte: 8

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen und experimentellen Methoden der Optik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0, P1.1 und P1.2

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Wellen</li> <li>• Lichtausbreitung in Materie, Absorption und Dispersion</li> <li>• Licht an Grenzflächen (Fresnel'sche Formeln)</li> <li>• Wellenoptik (Interferenz, Kohärenz, Beugung)</li> <li>• Geometrische Optik, Gauß'sche Optik und reale optische Systeme</li> <li>• Anisotrope Medien (Polarisationsoptik)</li> <li>• Geführtes Licht</li> <li>• Grundlagen der nicht-linearen Optik</li> <li>• Quanteneffekte mit Licht</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> 2 Semester</span>		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> Sommersemester</span>		



**P1.4, Physik IV: Quanten-, Atom- und Molekülphysik**

Leistungspunkte: 8

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen und experimentellen Methoden der Quantenphysik und der Atom- und Molekülphysik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0, P1.1, P1.2 und P1.3

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Struktur der Materie</li> <li>• Quanteneffekte mit Materie</li> <li>• Wellenfunktion (Schrödingergleichung, Tunneleffekt, Unschärferelation, Anwendungen)</li> <li>• Wasserstoffatom (Spektrum, Atommodell, Wellenfunktion)</li> <li>• Relativistische Korrekturen, Spin und äußere Felder</li> <li>• Feinstruktur (Anomaler Zeeman Effekt, Hyperfeinstruktur, Lamb-Verschiebung)</li> <li>• Wechselwirkungen mit Licht</li> <li>• Elektronenhülle der Atome (Pauli Prinzip, Heliumatom, Hund'sche Regel, PSE)</li> <li>• Moleküle (Bindung, Orbitale, Potential, Schwingungen, Born-Oppenheimer Näherung, IR- und Raman-Spektroskopie)</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P2.1, Theoretische Physik I: Klassische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der klassischen, analytischen und relativistischen Mechanik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0 und P1.1

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<p><u>4 SWS</u></p> <p><u>120 Stunden</u></p> <p>45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung</p>	4 LP, Teilnahme	<p>Newton'sche Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Newton'sche Bewegungsgleichung</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Rotations-symmetrische Potentiale</li> <li>• Zweikörperproblem, N-Körperproblem</li> </ul> <p>Analytische Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwangskräfte und d'Alembert-Prinzip</li> <li>• Lagrange-funktion und Wirkungsintegral</li> <li>• Hamilton'sche Formulierung</li> <li>• Nicht-Inertialsysteme</li> <li>• Der starre Körper</li> </ul> <p>Spezielle Relativitätstheorie</p>
UE	<p><u>2 SWS</u></p> <p><u>90 Stunden</u></p> <p>25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben</p>	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<p><u>30 Stunden</u></p> <p>Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung</p>	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P2.2, Theoretische Physik II: Elektrodynamik**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der Elektrodynamik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0, P1.2 und P2.1

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maxwell-Gleichungen in Vakuum und linearen Medien</li> <li>• Mathematische Grundlagen</li> <li>• Elektrostatik, Lösungsansätze für elektrostatische Probleme</li> <li>• Magnetostatik</li> <li>• Zeitabhängige Felder: Elektromagnetische Wellen</li> <li>• Energie und Impuls des elektromagnetischen Feldes</li> <li>• Ausstrahlung elektromagnetischer Wellen</li> <li>• Kovariante Formulierung der Elektrodynamik</li> <li>• Lagrange- und Hamiltonformulierung des elektromagnetischen Feldes</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**P2.3, Theoretische Physik III: Quantenmechanik**

Leistungspunkte: 8

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der Quantenmechanik systematisieren und sind in der Lage diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0, P2.1 und P2.2. Es wird empfohlen das Modul P1.4 parallel zu belegen.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenfunktion und Schrödingergleichung</li> <li>• Eindimensionale Probleme</li> <li>• Grundlagen der Quantenmechanik (Dirac-Formalismus)</li> <li>• Statistische Aussagen der Quantentheorie (Postulate, Messprozess und Zustandsreduktion)</li> <li>• Drehimpuls und Zentralpotential</li> <li>• Spin und Addition von Drehimpulsen</li> <li>• Statistischer Operator</li> <li>• Verschränkung (EPR Paradox, Bell'sche Ungleichungen)</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P2.4, Theoretische Physik IV: Fortgeschrittene Quantenmechanik**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die fortgeschrittenen theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der Quantenmechanik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von anspruchsvollen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0, P1.4, P2.1, P2.2 und P2.3.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanische Dynamik</li> <li>• Näherungsmethoden (Stationäre und zeitabhängige Störungstheorie, WKB, Variationsmethoden)</li> <li>• Bewegung im elektromagnetischen Feld</li> <li>• Vielteilchensysteme (Identische Teilchen, Besetzungszahldarstellung)</li> <li>• Atome und Moleküle (Hartree-Fock, He-Atom, H<sub>2</sub>-Molekül)</li> <li>• Relativistische Quantenmechanik</li> <li>• Elemente der Streutheorie</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, nach § 4 Absatz (3) der Prüfungsordnung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**P2.5, Theoretische Physik V: Thermodynamik**

Leistungspunkte: 5

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der Thermodynamik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0, P1.1 und P2.1

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Systeme und Prozesse</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik.</li> <li>• Gibbs'sche Fundamentalgleichung</li> <li>• Kalorische und thermische Zustandsgleichungen</li> <li>• Thermodynamische Potentiale und Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>• Heterogene Systeme, Phasenübergänge</li> <li>• Mehrkomponentensysteme</li> <li>• Phasenübergänge 2. Art</li> </ul>
UE	<u>1 SWS</u> <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	1 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 90–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P3.1, Analysis I**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die mathematischen Grundlagen und Methoden der Analysis systematisieren und diese zur Beschreibung von physikalischen Problemen anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: keine

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rationale, reelle und komplexe Zahlen</li> <li>• Zahlenfolgen und -reihen</li> <li>• Potenzreihen</li> <li>• elementare Funktionen (auch in komplexen Zahlen)</li> <li>• stetige Funktionen</li> <li>• Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer Variablen</li> <li>• Konvergenz von Funktionenfolgen.</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**P3.2, Analysis II**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die fortgeschrittenen mathematischen Grundlagen und Methoden der Analysis systematisieren und diese zur Beschreibung von physikalischen Problemen anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Inhalte der Module P3.1

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Variablen</li> <li>• Vektoranalysis und Integralsätze</li> <li>• Flächen und ihre Tangentialbündel im Raum</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		



**P3.3, Analysis III**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die mathematischen Grundlagen und Methoden der anspruchsvollen Analysis systematisieren und diese zur Beschreibung von physikalischen Problemen anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Inhalte der Module P3.1, P3.2

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Anfangs- und Randwertprobleme</li> <li>• Analytische Lösungsmethoden</li> <li>• lineare Probleme</li> <li>• Stabilitätsbegriffe und -kriterien</li> <li>• Sturm-Liouville-Theorie</li> <li>• Fourier-Reihen</li> <li>• Elemente der Spektraltheorie linearer Operatoren im Hilbert-Raum</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**P4, Lineare Algebra**

Leistungspunkte: 8

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die mathematischen Grundlagen und Methoden der linearen Algebra systematisieren und diese zur Beschreibung von physikalischen Problemen anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls:  
keine

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe: Mengen, Abbildungen, Äquivalenzrelationen, grundlegende algebraische Strukturen</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Vektorräume: Lineare Unabhängigkeit, Erzeugendensysteme, Basis, Dimension, Unterraum</li> <li>• Affine Geometrie. Geraden, Ebenen</li> <li>• Matrizen und Determinanten</li> <li>• Euklidische und unitäre Vektorräume. Skalarprodukt, Abstands- und Winkelmessung, Vektorprodukt</li> <li>• Lineare und affine Abbildungen: Zusammenhang zwischen linearen Abbildungen und Matrizen, Kern und Bild, affine Abbildungen, orthogonale Abbildungen/Isometrien</li> <li>• Eigenwerte und Eigenvektoren</li> <li>• Quadriken, Hauptachsentransformationen</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**P5, Rechneranwendungen in der Physik**

Leistungspunkte: 6

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die Grundlagen der Nutzung von modernen Rechneranwendungen in der Physik systematisieren und diese zur Lösung von physikalischen Fragestellungen auswählen und entwickeln.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Inhalte der Module P0, P2.1, P2.2

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u>  <u>60 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 35 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	2 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in eine Programmiersprache (zum Beispiel Matlab)</li> <li>• Grundlagen der Fließkommaarithmetik</li> <li>• Elementare numerische Verfahren und ihre Grenzen: Nullstellensuche, Lösung linearer Gleichungssysteme, numerische Lösung von Anfangswert- und Randwertproblemen, numerische Integration</li> <li>• Einfache physikalische Anwendungen aus klassischer Mechanik, Elektrostatik und Quantenmechanik</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreich Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 90–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P6.1, Grundpraktikum I**

Leistungspunkte: 6

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden lösen experimentelle Fragestellungen in den Gebieten von Mechanik und Wärmelehre mittels eigener und weitgehend selbständiger praktisch-experimenteller Tätigkeit. Sie sind in der Lage, die Nutzung experimenteller Grundprinzipien, Techniken und Geräte einzuschätzen, und bewerten und dokumentieren experimentelle Ergebnisse eigenständig.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P0, P1.1

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
PR	<u>4 SWS</u> <u>150 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit (Vorbereitung, Versuchsdurchführung) 105 Stunden Vor- und Nachbereitung (einschließlich Anfertigung der Versuchsberichte)	5 LP, Teilnahme	Vorbereitung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung von Experimenten aus den Stoffgebieten von Mechanik und Wärmelehre  <u>Mechanik:</u> Drehbewegung, Trägheitsmoment, Kreisel, physikalisches Pendel, Elastizität und Torsion, Oberflächenspannung und innere Reibung, freie und erzwungene Schwingungen, Wellenphänomene  <u>Wärmelehre:</u> Gasthermometer, Thermoelement, Kalorimetrie, spezifische Wärmekapazität, Zustandsgleichungen, ideale und reale Gase
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Portfolio aus Versuchsberichten und Testaten zu jedem einzelnen Versuch, je ca. 10 Seiten.	1 LP, Bestehen	Die Einzelversuche werden nach einem Punktesystem bewertet. Die Modulabschlussnote ergibt sich aus der erreichten Gesamtpunktzahl.
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P6.2, Grundpraktikum II**

Leistungspunkte: 6

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden lösen experimentelle Fragestellungen in den Gebieten von Elektrizitätslehre und Optik mittels eigener und weitgehend selbständiger praktisch-experimenteller Tätigkeit. Sie sind in der Lage, die Nutzung experimenteller Grundprinzipien, Techniken und Geräte einzuschätzen, und bewerten und dokumentieren experimenteller Ergebnisse eigenständig.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Inhalte von P0, P1.2 und gleichzeitiger Besuch von P1.3

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
PR	<u>4 SWS</u> <u>150 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit (Vorbereitung, Versuchsdurchführung) 105 Stunden Vor- und Nachbereitung (einschließlich Anfertigung der Versuchsberichte)	5 LP, Teilnahme	Vorbereitung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung von Experimenten aus den Stoffgebieten von Elektrizitätslehre und Optik  <u>Elektrizitätslehre:</u> elektrische Messverfahren, Gleichstrom- und Wechselstromwiderstände, Zweipole und Vierpole, Schwingkreise, Transformator, Gleichrichter, Elektronen in statischen Feldern  <u>Optik:</u> geometrische Optik (Brechung, Linsen und Linsensysteme, einfache optische Geräte), Wellenoptik (Polarisation, Interferenz, Beugung, Spektrometer)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Portfolio aus Versuchsberichten und Testaten zu jedem einzelnen Versuch, je ca. 10 Seiten.	1 LP, Bestehen	Die Einzelversuche werden nach einem Punktesystem bewertet. Die Modulabschlussnote ergibt sich aus der erreichten Gesamtpunktzahl.
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**P7.1, Einführung in die Festkörperphysik**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studierenden können die grundlegenden Eigenschaften unterschiedlicher Festkörper systematisieren. Sie können strukturelle, thermische, elektronische und magnetische Eigenschaften dieser Materialien mit Hilfe geeigneter Modelle erklären. Sie können die Grundgesetze der Quantentheorie der Festkörperphysik interpretieren und sind in der Lage, diese für die Lösung einfacher Probleme anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P1.4, P2.2, P2.3.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantengas freier Elektronen</li> <li>• Kristallstruktur und Bindung</li> <li>• Reziprokes Gitter und Beugung</li> <li>• Phononen</li> <li>• Elektronen im periodischen Gitter</li> <li>• Halbleiterphysik</li> <li>• Elektronendynamik in Festkörpern</li> <li>• Nanostrukturen</li> <li>• Opto-elektronische Eigenschaften von Festkörpern</li> <li>• Magnetische Eigenschaften von Festkörpern</li> <li>• Supraleiter</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur 120-180 Minuten und Vorbereitung oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, nach § 4 Absatz (3) der Prüfungsordnung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> 2 Semester</span>		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <span style="margin-left: 150px;"><input type="checkbox"/> Sommersemester</span>		

**P7.2, Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik**

Leistungspunkte: 8

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studierenden können die experimentellen Methoden und theoretischen Grundlagen der Kern- und Teilchenphysik systematisieren und die Relevanz der grundlegenden Wechselwirkungen in der Physik einschätzen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P1.4, P2.2 und P2.3. Abschluss oder paralleles Belegen des Moduls P2.4 wird empfohlen.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung von Strahlung mit Materie</li> <li>• Detektoren für Teilchenstrahlung</li> <li>• statischer Aufbau der Atomkerne</li> <li>• <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Zerfälle</li> <li>• Anwendungen der Kernphysik (exemplarisch)</li> <li>• Quarks und Hadronen: Additive und multiplikative Quantenzahlen, Isospin, SU(3)-Multipletts der Hadronen</li> <li>• Quark-Parton-Modell und tiefunelastische Wechselwirkung</li> <li>• Elektromagnetische, starke und schwache Wechselwirkung</li> <li>• Grundlagen des Standardmodells der Elementarteilchenphysik</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur 120-180 Minuten und Vorbereitung oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, nach § 4 Absatz (3) in der Prüfungsordnung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**P8.a, Fortgeschrittenenpraktikum I**

Leistungspunkte: 7

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden lösen komplexe experimentelle Fragestellungen der modernen Physik mittels eigener und weitgehend selbständiger praktisch-experimenteller Tätigkeit. Sie sind in der Lage, die Nutzung experimenteller Grundprinzipien, Techniken und Geräte einzuschätzen, und bewerten und dokumentieren experimentelle Ergebnisse eigenständig.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P6.1, P6.2, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
PR	<u>3 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit (Vorbereitung, Versuchsdurchführung), 145 Stunden Vor- und Nachbereitung (einschließlich Anfertigung der Versuchsberichte)	6 LP, Teilnahme	Versuche aus den folgenden Gebieten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomphysik</li> <li>• Festkörperphysik</li> <li>• Kernphysik</li> <li>• weitere Gebiete der Physik</li> </ul>
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Portfolio aus Laborberichten und Testate zu jedem Versuch, je ca. 10 Seiten.	1 LP, Bestehen	Die Einzelversuche werden nach einem Punktesystem bewertet. Die Modulabschlussnote ergibt sich aus der erreichten Gesamtpunktzahl.
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		



**P8.b, Fortgeschrittenenpraktikum II**

Leistungspunkte: 6

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können selbständig Experimente zur Klärung aktueller Forschungsfragen entwerfen und die erarbeiteten Ergebnisse im Kontext der modernen Physik beurteilen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls:  
Kenntnisse des Inhalts von P6.1, P6.2, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
PR	<u>3 SWS</u> <u>150 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit (Vorbereitung, Versuchsdurchführung), 115 Stunden Vor- und Nachbereitung (einschließlich Anfertigung der Versuchsberichte)	5 LP, Teilnahme	Versuche aus den folgenden Gebieten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektroskopie</li> <li>• Materialwissenschaften</li> <li>• Elementarteilchenphysik</li> <li>• weitere Gebiete der modernen Physik und aktuelle Forschungsthemen der Arbeitsgruppen</li> </ul>
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Portfolio aus Laborberichten und Testate zu jedem Versuch, je ca. 10 Seiten.	1 LP, Bestehen	Die Einzelversuche werden nach einem Punktesystem bewertet. Die Modulabschlussnote ergibt sich aus der erreichten Gesamtpunktzahl.
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P8.c, Elektronik**

Leistungspunkte: 6

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die Grundsaltungen für die Messung und Bearbeitung der elektrischen Signale im Bereich Nieder- und Mittelfrequenz entwerfen und aufbauen

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls:  
Kenntnisse der Inhalte von P6.1, P6.2, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u>  <u>60 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 35 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	2 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signale und Messgeräte</li> <li>• Schaltungsanalyse und Netzwerke</li> <li>• passive lineare und nichtlineare Bauelemente</li> <li>• Diode</li> <li>• Transistoren</li> <li>• diskrete Transistorverstärker und ihre Dimensionierung</li> <li>• Operationsverstärker und ihre praktische Anwendung</li> <li>• Grundlage der Digitalelektronik</li> <li>• Rauschen</li> <li>• Verstärker und Regler</li> </ul>
PR	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit (Vorbereitung, Versuchsdurchführung) 65 Stunden Vor- und Nachbereitung (einschließlich Anfertigung der Versuchsberichte)	3 LP, Teilnahme	Versuche aus Gebieten der analogen und digitalen Elektronik
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Portfolio aus Versuchsberichten und Testaten zu jedem einzelnen Versuch, je ca. 10 Seiten.	1 LP, Bestehen	Die Einzelversuche werden nach einem Punktesystem bewertet. Die Modulabschlussnote ergibt sich aus der erreichten Gesamtpunktzahl.
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> 2 Semester</span>		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> Sommersemester</span>		

**P8.d, Funktionentheorie**

Leistungspunkte: 6

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die mathematischen Grundlagen der Funktionentheorie systematisieren und eigenständig Lösungswege für komplexe Aufgaben ableiten und anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P3.1, P3.2, P3.3

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Funktionen im Komplexen</li> <li>• komplexe Differentialgleichungen</li> <li>• Cauchy-Riemann-Gleichungen</li> <li>• holomorphe und analytische Funktionen</li> <li>• komplexes Kurvenintegral und Integralsätze</li> <li>• Fundamentalsätze über holomorphe Funktionen</li> <li>• Residuenkalkül mit Anwendungen – harmonische Funktionen</li> </ul>
UE	<u>1 SWS</u> <u>60 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 45 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	2 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 90–180 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P8.e, Mathematische Methoden der Physik**

Leistungspunkte: 6

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können erweiterte Kenntnisse der mathematischen Grundlagen der Physik, so wie sie insbesondere in der theoretischen Physik Anwendung finden, zur konkreten Problemlösung beurteilen und übertragen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte der Module P3.1, P3.2, P3.3, P4

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>60 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 35 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	2 LP, Teilnahme	Randwertprobleme und Spezielle Funktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourierreihen und Fourierintegrale</li> <li>• Laplace-Transformation</li> <li>• Distributionentheorie</li> <li>• Inhomogene Probleme und Green'sche Funktionen</li> <li>• Definition und Eigenschaften von Hilberträumen</li> <li>• Legendre Polynome und Bessel Funktionen</li> <li>• Integralgleichungen</li> </ul> Angewandte Funktionentheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satz von Cauchy, Residuenkalkül, Spiegelungsprinzip</li> <li>• Berechnung von Summen und Integralen</li> <li>• Dispersionsrelationen</li> <li>• Spezielle Funktionen im Komplexen</li> <li>• Integraltransformationen in der komplexen Ebene.</li> </ul> Ausgewählte Elemente aus der Gruppen- und Darstellungstheorie
UE	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	3 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 90–180 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P8.f, Forschungsseminar**

Leistungspunkte: 6

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können aktuelle wissenschaftliche Publikationen einschätzen und qualitätsmäßig vergleichen. Die Inhalte können auf die eigenen Forschungsarbeiten übertragen werden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: keine

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
SE	<u>2 SWS</u> <u>150 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 125 Stunden Vor- und Nachbereitung des Seminars	5 LP, Teilnahme	Erarbeiten und Halten eines eigenständigen Seminarvortrags zu aktuellen Themen der experimentellen oder theoretischen Physik.
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> mündliche Prüfung in Form eines Vortrags mit anschließender Diskussion von insgesamt 45 Minuten, und Vorbereitungszeit	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**P8.g, Fortgeschrittene Themen der Physik**

Leistungspunkte: 6

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können fortgeschrittene Themen der Physik exemplarisch systematisieren und eigenständig Lösungswege für komplexe Aufgaben ableiten und anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: keine

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Variierende Themen zu Grundlagen, Methoden und Anwendungen aus allen Bereichen der Physik
UE	<u>2 SWS</u> <u>60 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 35 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	2 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 90–180 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**Pe1, Theoretische Physik I: Klassische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der klassischen, analytischen und relativistischen Mechanik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: keine

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>150 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	5 LP, Teilnahme	Vorbereitung der Grundlagen der Mechanik  Newton'sche Mechanik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Newton'sche Bewegungsgleichung</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Rotationssymmetrische Potentiale</li> <li>• Zweikörperproblem, N-Körperproblem</li> </ul> Analytische Mechanik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwangskräfte und d'Alembert-Prinzip</li> <li>• Lagrangefunktion und Wirkungsintegral</li> <li>• Hamilton'sche Formulierung</li> <li>• Nicht-Inertialsysteme</li> <li>• Der starre Körper</li> </ul> Spezielle Relativitätstheorie
UE	<u>2 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 95 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	4 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> 2 Semester</span>		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester</span>		

**Pe2, Theoretische Physik II: Elektrodynamik**

Leistungspunkte: 10

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der Elektrodynamik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: keine

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>150 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	5 LP, Teilnahme	Vorbereitung der Grundlagen des Elektromagnetismus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maxwell-Gleichungen in Vakuum und linearen Medien</li> <li>• Mathematische Grundlagen</li> <li>• Elektrostatik, Lösungsansätze für elektrostatische Probleme</li> <li>• Magnetostatik</li> <li>• Zeitabhängige Felder: Elektromagnetische Wellen</li> <li>• Energie und Impuls des elektromagnetischen Feldes</li> <li>• Ausstrahlung elektromagnetischer Wellen</li> <li>• Kovariante Formulierung der Elektrodynamik</li> <li>• Lagrange- und Hamiltonformulierung des elektromagnetischen Feldes</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u>  <u>120 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 95 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	4 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> 2 Semester</span>		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> Sommersemester</span>		



**Pe3, Theoretische Physik III: Quantenmechanik**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der Quantenmechanik systematisieren und sind in der Lage diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte des Moduls Pe1.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>150 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	5 LP, Teilnahme	Vorbereitung der Grundlagen der Quantenphysik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenfunktion und Schrödingergleichung</li> <li>• Eindimensionale Probleme</li> <li>• Grundlagen der Quantenmechanik (Dirac-Formalismus)</li> <li>• Statistische Aussagen der Quantentheorie (Postulate, Messprozess und Zustandsreduktion)</li> <li>• Drehimpuls und Zentralpotential</li> <li>• Spin und Addition von Drehimpulsen</li> <li>• Statistischer Operator</li> <li>• Verschränkung (EPR Paradox, Bell'sche Ungleichungen)</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 95 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	4 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**Pe4, Theoretische Physik IV: Fortgeschrittene Quantenmechanik**

Leistungspunkte: 10

## Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden können die fortgeschrittenen theoretischen Konzepte und mathematischen Methoden der Quantenmechanik systematisieren und sind in der Lage, diese zur Lösung von anspruchsvollen Fragestellungen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul bzw. bestimmten Lehrveranstaltungen des Moduls: Kenntnisse der Lehrinhalte des Moduls Pe3.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>150 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	5 LP, Teilnahme	Vorbereitung zu den Grundlagen der Quantentheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanische Dynamik</li> <li>• Näherungsmethoden (Stationäre und zeitabhängige Störungstheorie, WKB, Variationsmethoden)</li> <li>• Bewegung im elektromagnetischen Feld</li> <li>• Vielteilchensysteme (Identische Teilchen, Besetzungszahldarstellung)</li> <li>• Atome und Moleküle (Hartree-Fock, He-Atom, H<sub>2</sub>-Molekül)</li> <li>• Relativistische Quantenmechanik</li> <li>• Elemente der Streutheorie</li> </ul>
UE	<u>2 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 95 Stunden Bearbeitung der Übungsaufgaben	4 LP, erfolgreiches Bearbeiten von mindestens 50% der Übungsaufgaben.	Themen der Vorlesungen
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Klausur, 120–180 Minuten, und Vorbereitung	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Definition "erfolgreich bearbeitetes Übungsbeispiel":**

Ein Übungsbeispiel gilt als erfolgreich bearbeitet, wenn es eigenständig schriftlich und/oder mündlich präsentiert wurde.

## **Anlage 2: Idealtypischer Studienverlaufsplan**

Hier finden Sie eine Aufteilung der Module mit den jeweiligen LP auf die Semester, die einem idealtypischen, aber nicht verpflichtenden Studienverlauf entspricht.

### **a) Idealtypischer Studienverlaufsplan bei Beginn des Studiums zum Wintersemester<sup>1</sup>**

Nr. des Moduls/ Name	1. Semester (WiSe)	2. Semester (SoSe)	3. Semester (WiSe)	4. Semester (SoSe)	5. Semester (WiSe)	6. Semester (SoSe)
Grundkurs Physik  P1.1-P1.4	Mechanik & Wärmelehre  8 LP	Elektromag- netismus  8 LP	Optik  8 LP	Quanten-, Atom- und Molekülphysik 8 LP		
Theoretische Physik  P2.1-P2.5		Klassische Mechanik & Spezielle Re- lativität 8 LP	Elektrody- namik  8 LP	Quanten- mechanik  8 LP	Fortge- schrittene Quanten- mechanik 8 LP	Thermo- dynamik  5 LP
Ergänzungen  P0, P5	Elementare Hilfsmittel der Physik 6 LP			Rechneran- wendungen in der Physik 6 LP		
Praktika  P6.1, P6.2, P8.a		Grundprakti- kum I  6 LP	Grundprakti- kum II  6 LP		Fortgeschrit- tenenprakti- kum I 7 LP	
Struktur der Materie P7.1					Festkörper- physik 8 LP	
Struktur der Materie  P7.2					Kern- und Elementar- teilchenphy- sik 8 LP	
fachlicher Wahl- pflichtbereich  P8.b – P8.h				Fortgeschrit- tenes Wahl- modul 6 LP		Fortgeschrit- tenes Wahlmodul 6 LP
überfachlicher Wahlpflicht- bereich: Mathematik P3.1, P3.2, P3.3, P4	Analysis I  8 LP	Analysis II  8 LP	Analysis III  8 LP			
	Lineare Al- gebra 8 LP					
überfachlicher Wahlpflicht- bereich						überfachli- che Wahl- module 10 LP
Bachelorarbeit						Bachelor- arbeit 10 LP
LP je Semester	30	30	30	28	31	31

<sup>1</sup> Das 4. und/oder 5. Semester eignet sich besonders für ein Studium an einer Universität im Ausland. Zur Vereinfachung der Anrechnung der an der ausländischen Universität erbrachten Studienleistungen und Prüfungen wird der vorherige Abschluss eines Learning Agreements empfohlen.

**b) Idealtypischer Studienverlaufsplan bei Beginn des Studiums zum Sommersemester**

Nr. des Moduls/ Name	1. Semester (SoSe)	2. Semester (WiSe)	3. Semester (SoSe)	4. Semester (WiSe)	5. Semester (SoSe)	6. Semester (WiSe)
Grundkurs Physik  P1.1-P1.4	Mechanik & Wärmelehre 8 LP  Elektromag- netismus 8 LP	Optik  8 LP	Quanten-, Atom- und Molekülphy- sik 8 LP			
Theoretische Physik  P2.1-P2.5			Klassische Mechanik & Spezielle Re- lativität 8 LP	Elektrodyna- mik  8 LP	Quanten- mechanik 8 LP  Thermo- dynamik 5 LP	Fortge- schrittene Quanten- mechanik 8 LP
Ergänzungen  P0, P5	Elementare Hilfsmittel der Physik 6 LP				Rechneran- wendungen in der Physik 6 LP	
Praktika  P6.1, P6.2, P8.a		Grundprakti- kum II  6 LP	Grundprakti- kum I  6 LP	Fortgeschrit- tenenprakti- kum I 7 LP		
Struktur der Materie P7.1				Festkörper- physik 8 LP		
Struktur der Materie  P7.2						Kern- und Elementar- teilchenphy- sik 8 LP
fachlicher Wahl- pflichtbereich  P8.b – P8.h					Fortgeschrit- tenes Wahl- modul 6 LP	Fortgeschrit- tenes Wahl- modul 6 LP
überfachlicher Wahlpflicht- bereich: Mathematik P3.1, P3.2, P3.3, P4		Analysis I 8 LP  Lineare Al- gebra 8 LP	Analysis II 8 LP	Analysis III 8 LP		
überfachlicher Wahlpflicht- bereich	überfachli- che Wahl- module 5 LP				überfachli- che Wahl- module 5 LP	
Bachelorarbeit						Bachelor- arbeit 10 LP
LP je Semester	27	30	30	31	30	32

# Fachspezifische Prüfungsordnung

## für das Bachelorstudium im Fach „Physik“

Diese **nichtamtliche** Lesefassung, entspricht der Prüfungsordnung Physik (31. Juli 2014, ABM 57/2014) inklusive der ersten Änderung (15. März 2016, AMB 11/2016) und der zweiten Änderungen (15. Oktober 2017, AMB 07/2018). Rechtswirksam sind nur die offiziellen Dokumente aus dem Amtlichen Mitteilungsblatt der HU.

- § 1 Anwendungsbereich
- § 2 Regelstudienzeit
- § 3 Prüfungsausschuss
- § 4 Modulabschlussprüfungen
- § 5 Bachelorarbeit
- § 6 Abschlussnote
- § 7 Akademischer Grad
- § 8 In-Kraft-Treten

**Anlage:** Übersicht über die Prüfungen

### § 1 Anwendungsbereich

Diese Prüfungsordnung enthält die fachspezifischen Regelungen für das Bachelorstudium im Fach Physik. Sie gilt in Verbindung mit der fachspezifischen Studienordnung für das Bachelorstudium im Fach Physik und der Fächerübergreifenden Satzung zur Regelung von Zulassung, Studium und Prüfung (ZSP-HU) in der jeweils geltenden Fassung.

### § 2 Regelstudienzeit

Der Studiengang Monobachelor Physik hat eine Regelstudienzeit von 6 Semestern.

### § 3 Prüfungsausschuss

Für die Prüfungsangelegenheiten des Bachelorstudiums im Fach Physik ist der Prüfungsausschuss des Instituts für Physik zuständig.

### § 4 Modulabschlussprüfungen

(1) Mündliche Modulabschlussprüfungen werden in Anwesenheit einer sachkundigen Beisitzerin oder eines sachkundigen Beisitzers abgenommen, soweit es sich nicht um eine zweite Wiederholungsprüfung handelt. Die Beisitzerin oder der Beisitzer beobachtet und protokolliert die Prüfung. Sie oder er beteiligt sich nicht am Prüfungsgespräch und der Bewertung.

(2) Modulabschlussprüfungen können auf Englisch erfolgen, wenn die Module, auf die sich die Prüfungen beziehen, den Gepflogenheiten des Faches entsprechend ganz oder teilweise auf Englisch gelehrt wurden.

(3) Um eine Verzögerung des Studienabschlusses zu vermeiden, soll der/dem Studierenden im Bedarfsfall in genau einem der Module „Theoretische Physik IV: Fortgeschrittene Quantenmechanik“ (P2.4), „Einführung in die Festkörperphysik“ (P7.1) und „Einführung in die Kern- und Teilchenphysik“ (P7.2) ein weiterer Termin zur Wiederholungsprüfung im Sommersemester angeboten werden. Der Bedarfsfall entsteht, wenn der/die Studierende in einem der drei genannten Module an genau einer Prüfung teilnimmt und diese nicht besteht. Dieser weitere Termin kann auch außerhalb des Prüfungszeitraumes angeboten werden und die Prüfung kann auch mündlich erfolgen.

(4) Die zweiten Wiederholungsprüfungen sind stets 30-minütige, mündliche Prüfungen unabhängig von der in der Modulbeschreibung ausgewiesenen Form der Modulabschlussprüfung. Diese Prüfung wird gemäß § 99 Abs. 1 Satz 4 ZSP-HU von zwei Prüferinnen oder Prüfern abgenommen. Auf begründeten Antrag beim Prüfungsausschuss kann die zweite Wiederholungsprüfung abweichend von dieser Regelung auch in Form einer Klausur durchgeführt werden.

### § 5 Bachelorarbeit

(1) Zur Bachelorarbeit wird zugelassen, wer im Rahmen des Studiengangs mindestens 120 LP erworben hat.

(2) In der Bachelorarbeit wird ein Projekt aus dem Bereich der experimentellen oder theoretischen Physik innerhalb von 18 Wochen erarbeitet. Die schriftliche Arbeit umfasst maximal 40 Seiten.

(3) Bestandene Bachelorarbeiten sind zu verteidigen.

Die Verteidigung einer Bachelorarbeit findet in Form eines Vortrages zur Arbeit mit anschließender Diskussion statt. Der Vortrag hat eine Dauer von 20 Minuten, die Diskussion beträgt in der Regel 10 Minuten. Prüfer bzw. Prüferin ist der/die Erstgutachter/in sowie in der Regel die Zweitgutachterin/der Zweitgutachter. Mit Zustimmung der Studentin oder des Studenten können in begründeten Ausnahmefällen nach § 99 der ZSP-HU andere Prüferinnen oder Prüfer bestellt werden. Die Verteidigung findet jedoch stets in Anwesenheit zweier Prüferinnen oder Prüfer statt.

(4) Bei der Berechnung der Note der Bachelorarbeit werden die Note für den schriftlichen Teil und die Note für die Verteidigung im Verhältnis 2:1 gewichtet.

## **§ 6 Abschlussnote**

(1) Die Abschlussnote des Monostudiengangs Physik wird aus den Noten der Modulabschlussprüfungen und der Note der Bachelorarbeit, gewichtet nach den gemäß Anlage für die Module und die Bachelorarbeit ausgewiesenen Leistungspunkten, berechnet.

(2) Modulabschlussprüfungen, die nicht benotet werden oder im Rahmen einer Anrechnung mangels vergleichbarer Notensysteme lediglich als „bestanden“ ausgewiesen werden, sowie die für die entsprechenden Module ausgewiesenen Leistungspunkte werden bei den Berechnungen nach Abs. 1 nicht berücksichtigt.

(3) Von den Modulen des überfachlichen Wahlpflichtbereichs Mathematik P3.1, P3.2, P3.3 und P4 werden lediglich die Noten der besten drei Modulabschlussprüfungen in die Berechnung der Abschlussnote einbezogen. Es müssen jedoch alle Modulabschlussprüfungen bestanden sein.

## **§ 7 Akademischer Grad**

Wer den Monostudiengang Physik erfolgreich abgeschlossen hat, erlangt den akademischen Grad „Bachelor of Science“ (abgekürzt „B. Sc.“).

## **§ 8 In-Kraft-Treten**

Diese Lesefassung tritt nicht in Kraft. Details zum In-Kraft-Treten der ursprünglichen Ordnung sowie der 1. und 2. Änderung finden sich in den jeweiligen offiziellen Dokumenten.

## **Anlage: Übersicht über die Prüfungen**

### **Monostudiengang (180 LP)**

#### **Fachstudium**

Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang	Benotung
<b>Pflichtbereich (126 LP)<sup>1</sup></b>					
P0	Elementare Hilfsmittel der Physik	6	keine	Klausur zu Mathematische Grundlagen, 90–180 Minuten	nein
P1.1	Physik I: Mechanik und Wärmelehre	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja
P1.2	Physik II: Elektromagnetismus	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja
P1.3	Physik III: Optik	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja
P1.4	Physik IV: Quanten-, Atom- und Molekülphysik	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja
P2.1	Theoretische Physik I: Klassische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja
P2.2	Theoretische Physik II: Elektrodynamik	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja
P2.3	Theoretische Physik III: Quantenmechanik	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja
P2.4	Theoretische Physik IV: Fortgeschrittene Quantenmechanik	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, nach § 4 Absatz (3)	ja
P2.5	Theoretische Physik V: Thermodynamik	5	keine	Klausur, 90–180 Minuten	ja
P5	Rechneranwendung in der Physik	6	keine	Klausur, 90–180 Minuten	ja
P6.1	Grundpraktikum I	6	keine	Portfolio aus Versuchsberichten und Testaten zu jedem einzelnen Versuch, je ca. 10 Seiten	ja
P6.2	Grundpraktikum II	6	keine	Portfolio aus Versuchsberichten und Testaten zu jedem einzelnen Versuch, je ca. 10 Seiten	ja
P7.1	Einführung in die Festkörperphysik	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, nach § 4 Absatz (3)	ja

<sup>1</sup> Im Pflichtbereich sind alle Module zu absolvieren.

Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang	Benotung
P7.2	Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, nach § 4 Absatz (3)	ja
P8.a	Fortgeschrittenenpraktikum I	7	keine	Portfolio aus Laborberichten und Testaten zu jedem Versuch, je ca. 10 Seiten	nein
	Bachelorarbeit	10	mind. 120 LP	Erarbeitung eines Projektes aus dem Bereich der experimentellen oder theoretischen Physik Dauer: 18 Wochen, maximal 40 Seiten, sowie eine mündliche Verteidigung (Vortrag von 20 Minuten zur Arbeit) mit anschließender Diskussion (ca. 10 Minuten).	ja
<b>Fachlicher Wahlpflichtbereich (12 LP)<sup>2</sup></b>					
P8	Fortgeschrittene Wahlmodule				
P8.b	Fortgeschrittenenpraktikum II	6	keine	Portfolio aus Laborberichten und Testaten zu jedem Versuch, je ca. 10 Seiten	nein
P8.c	Elektronik	6	keine	Portfolio aus Laborberichten und Testaten zu jedem Versuch, je ca. 10 Seiten	nein
P8.d	Funktionentheorie	6	keine	Klausur, 90–180 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten	nein
P8.e	Mathematische Methoden der Physik	6	keine	Klausur, 90–180 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten	nein
P8.f	Forschungsseminar	6	keine	mündliche Prüfung in Form eines Vortrages mit anschließender Diskussion, 45 Minuten	nein
P8.g	Fortgeschrittene Themen der Physik	6	keine	Klausur, 90–180 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten	nein

<sup>2</sup> Im fachlichen Wahlpflichtbereich sind 2 Module der Fortgeschrittenen Wahlmodule zu absolvieren.



Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang	Benotung
<b>Überfachlicher Wahlpflichtbereich (42 LP)<sup>3</sup></b>					
P3 und P4	Wahlfach Mathematik (32 LP)				
P3.1	Analysis I	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja und siehe § 6 (3)
P3.2	Analysis II	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja und siehe § 6 (3)
P3.3	Analysis III	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja und siehe § 6 (3)
P4	Lineare Algebra	8	keine	Klausur, 120–180 Minuten	ja und siehe § 6 (3)
	Darüber hinaus sind im überfachlichen Wahlpflichtbereich Module von insgesamt 10 LP zu absolvieren (vgl. Erste Änderung der Studienordnung Seite 2, Abschnitt c.	insgesamt 10	Die Module werden nach den Bestimmungen der Fächer bzw. zentralen Einrichtungen abgeschlossen. Über die Berücksichtigung der Leistungen entscheidet der Prüfungsausschuss.		Die Module werden ohne Note berücksichtigt.

<sup>3</sup> Im überfachlichen Wahlpflichtbereich sind 4 Module aus dem Wahlfach Mathematik (P3.1 – P3.3 und P4) oder entsprechende Module aus dem Angebot des Instituts für Mathematik sowie weitere 10 LP zu absolvieren.

**Überfachlicher Wahlpflichtbereich für andere Bachelorstudiengänge und -studienfächer**

Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang, ggf. Sprache der Prüfung im Sinne des § 108 Abs. 2 ZSP-HU	Benotung
Pe1	Theoretische Physik I: Klassische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie	10	keine	Klausur, 120-180 Minuten	auf Wunsch der Studierenden
Pe2	Theoretische Physik II: Elektrodynamik	10	keine	Klausur, 120-180 Minuten	auf Wunsch der Studierenden
Pe3	Theoretische Physik III: Quantenmechanik	10	Kenntnisse der Lehrinhalte des Moduls Pe1.	Klausur, 120-180 Minuten	auf Wunsch der Studierenden
Pe4	Theoretische Physik IV: Fortgeschrittene Quantenmechanik	10	Kenntnisse der Lehrinhalte des Moduls Pe3.	Klausur, 120-180 Minuten	auf Wunsch der Studierenden