

Fakultät für Physik und Astronomie

**Modulhandbuch**  
zu dem Studiengang  
**2-Fach Bachelor in Physik**

nach den Bestimmungen der Gemeinsamen Prüfungsordnung  
der Ruhr- Universität Bochum vom 21. Oktober 2016 (Gem PO 2016)

der Ruhr-Universität Bochum

WiSe 2022/2023  
Stand 01.09.2022

**Achtung: bis auf folgende Ausnahme finden alle  
Lehrveranstaltungen in Präsenz statt**

- **Vorlesung zu Mathematische Methoden**

Der 2-Fach-Bachelorstudiengang im Fach Physik hat eine Regelstudienzeit von 6 Semestern und einen Gesamtumfang von 71 Kreditpunkten (CP). Das Studium ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt. Pflichtmodule im Umfang von 63 CP umfassen die Grundlagen der experimentellen und theoretischen Physik, das Grundpraktikum sowie fachorientierte Schlüsselkompetenzen. Für eine erste Schwerpunktsetzung muss ein Wahlpflichtmodul aus unterschiedlichen Fachgebieten gewählt werden. Eine Auflistung der zugelassenen Module befindet sich in diesem Modulhandbuch. Das Studium wird abgeschlossen mit der Bachelorarbeit – diese kann optional im Fach Physik geschrieben werden.

Die Einteilung der 71 zu absolvierenden CP in die Module im Physikstudium ist in der nachstehenden Tabelle veranschaulicht:

	Semester	Schwerpunkt												Semester	Bachelor-Arbeit (optional)			
		Experimentalphysik		Praktikum		Theoretische Physik		PFLICHT für angehende Lehrer/-innen				Schlüsselkompetenz			8 CP			
		28 CP	6 CP	28 CP	8 CP				5 CP		Modul		CP					
	Module	CP	Modul	CP	Module	CP	Modul	CP	Modul	CP	Modul	CP	Modul	CP				
2-Fach Bachelor	1	Physik I (Mechanik, Wärmelehre)	7	Grund-Praktikum	6	Mathematische Methoden	8	Schwerpunkt										
	2	Physik II (Elektrizitätslehre, Optik)	7		Grundlagen der Mechanik und Elektrodynamik	10	Schwerpunkt											
	3	Physik III (Quantenphysik)	14		[mündl. Prüfung (2 CP)]		Schwerpunkt				Lerngruppenleitung	5						
	4	[mündl. Prüfung (2 CP)]				Grundlagen der Didaktik der Physik	8	1 Wahlpflichtmodul Exp./Theo (z.B. Astro/FK/KT/Plasma) 1 VL + 2 FP		8								
	5	Mobilitätsfenster																
	6					Grundlagen QM und Statistik	6	1 Wahlpflichtmodul Exp./Theo (z.B. Astro/FK/KT/Plasma) 1 VL + 3 FP		8				Bachelor-Arbeit im Fach Physik	8			

Legende:

<span style="color: green;">■</span> Experimentalphysik	<span style="color: cyan;">■</span> Praktikum	<span style="color: purple;">■</span> Schlüsselkompetenz (Pflicht)
<span style="color: gray;">■</span> Schwerpunkt	<span style="color: blue;">■</span> Theoretische Physik	<span style="color: red;">■</span> optional: Abschlussarbeit

Diese Übersicht gliedert sich wie folgt:

1. Beratungs- und Informationsangebote
2. Studienplan (Bachelor und Master)
3. Modularisierungskonzept und Prüfungsformen
4. Liste der einzelnen Pflicht- und Wahlpflichtmodule

## 1. Beratungs- und Informationsangebote an der Fakultät für Physik und Astronomie

Bei Fragen im Zusammenhang mit dem Fach Physik wenden Sie sich bitte an die Studienfachberatung Physik. Diese bietet an fünf Tagen pro Woche Termine an. Es werden keine regelmäßigen Sprechzeiten angeboten, daher müssen sie persönlich, per Telefon oder per Mail vorab einen Termin vereinbaren.

Unser Studienfachberater für alle Bachelor-Studiengänge:

Dr. Dirk Meyer

NBCF 04/595

Tel.: 0234-32-23198

studienberater@physik.rub.de

Für Studierende im ersten Studienjahr bietet die Fakultät Einführungsveranstaltungen an. Darüber hat die Fakultät zum WiSe 21/22 eine „erste Anlaufstelle“ für alle Fragen rund um den Studieneinstieg etabliert: Frau Dr. Julia Hellwig (hellwig@physik.rub.de). Die im Fachschaftsrat Physik organisierten Studierendenvertreter bieten ergänzende Beratungsangebote sowie die Teilnahme am Studentischen Tutorenprogramm im ersten Studienjahr an.

Für Studierende im fünften Fachsemester veranstaltet die Fakultät eine Informations-veranstaltung rund um die Anmeldung zur Bachelorarbeit. Hier haben alle Studierenden die Möglichkeit sich über mögliche Themen an den einzelnen Lehrstühlen zu informieren.

Allgemeine Informationen sowie Formblätter werden im Moodlekurs „Physikstudium-Info“ zur Verfügung gestellt.

## 2. Studienplan Bachelor:

Modul	Beschreibung	Semester	Modulabschluss
Modul 1 7 CP	Physik I	1.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 2 7 CP	Physik II	2.	benotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 3 14 CP	Physik III	3.+4.	benotet, über eine mündliche Modulabschlussprüfung
Modul 4 6 CP	Praktikum	1.-4.	benotet über Protokolle, Kolloquium, Präsentation
Modul 5 8 CP	Mathematische Methoden	1.+2.	unbenotet, über eine Modulabschlussklausur
Modul 6 10 CP	Grundlagen der Mechanik und E-Dynamik	3.+4.	benotet, über eine mündliche Modulabschlussprüfung
Modul 7 6 CP	Grundlagen der Quantenmechanik und Statistik	6.	unbenotet, über eine Modulabschlussklausur

Modul 8 (Schwerpunkt Module) 8 CP	Ein Wahlpflichtmodul aus der Physikdidaktik oder einem der folgenden Fachgebiete aus der experimentellen Physik: Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik oder Plasmaphysik. Die Module aus der Experimentalphysik bestehen aus einer Vorlesung mit Übung sowie Versuchen aus dem Fortgeschrittenen-Praktikum aus dem jeweiligen Fachgebiet.	4.+5.	benotet, die erbrachten Teilleistungen gehen gewichtet mit den CP in die Modulnote ein.  Es muss ein Modul aus 8a bis 8f (nach Wahl) absolviert werden, wobei das Modul 8a für die Zulassung zum M.Ed. im Fach Physik vorausgesetzt wird.
Modul 9 5 CP	Lerngruppenleitung	3. oder 4.	unbenotet, über aktive Teilnahme
Modul 10 (optional) 8 CP	Bachelorarbeit	6.	benotet, über zwei Gutachten

### 3. Modularisierungskonzept und Prüfungsformen:

Prüfungsleistungen können in Form einer Klausur, einer mündlichen Prüfung, eines Seminarbeitrags, eines Referats oder einer Präsentation, einer Hausarbeit, eines schriftlichen Berichts, einer Projektarbeit, einer praktischen Übung oder einer Übung erbracht werden. Die Prüfungsform je Modul ist den Modulbeschreibungen zu entnehmen. Im Fall von alternativen Möglichkeiten wird zu Beginn des Moduls eine Prüfungsform vom Lehrenden festgelegt.

Alle Module werden mit einer Prüfungsleistung abgeschlossen. Unbenotet bleiben die Pflichtmodule „Mathematische Methoden“, „Lerngruppenleitung“ und „Grundlagen der Quantenmechanik und Statistik“.

Die Fachnote wird aus dem mit den CP gewichteten Mittel der Noten der benoteten Module gebildet.

Es wird dringend empfohlen, alle Pflicht- und Wahlpflichtmodule in den angegebenen Semestern zu studieren. Falls eine Abweichung notwendig ist, ist vorab ein Beratungsgespräch mit Herrn Dr. Meyer sehr sinnvoll.

Das jeweils aktuelle Veranstaltungsangebot der Fakultät für Physik und Astronomie finden Sie tagesaktuell in CampusOffice.

Alle Prüfungen an der Fakultät finden in fest vorgegebenen Prüfungsperioden statt. Die erste Prüfungsperiode liegt am Ende der Vorlesungszeit, die zweite zum Ende der Vorlesungszeit. Eine Ausnahme bildet das erste Studienjahr. Dort finden die Wiederholungsprüfungen in der Regel vor dem Blockpraktikum statt.

#### 4. Liste der einzelnen Pflicht- und Wahlpflichtmodule:

Modul 1 Physik I (Mechanik, Wärmelehre).....	6
Modul 2 Physik II (Elektrizitätslehre, Optik).....	7
Modul 3 Physik III (Quantenphysik).....	8
Modul 4 Praktikum.....	10
Modul 5 Mathematische Methoden.....	12
Modul 6 Grundlage der Mechanik und E-Dynamik.....	13
Modul 7 Grundlagen der Quantenmechanik und Statistik.....	15
Modul 8a Grundlagen der Didaktik der Physik.....	16
Modul 8b Einführung in die Astrophysik.....	17
Modul 8c Einführung in die Biophysik.....	18
Modul 8d Einführung in die Festkörperphysik.....	19
Modul 8e Einführung in die Kern- und Teilchenphysik.....	21
Modul 8f Einführung in die Plasmaphysik.....	23
Modul 9 Lerngruppenleitung.....	24
Modul 10 Bachelorarbeit.....	25

#### Prüfungsrelevante Module:

##### **PO 2016:**

**Prüfungsleistungen im Studienfach Physik bestehen aus den benoteten  
Modulabschlussprüfungen folgender Module:**

<p style="text-align: center;"><b>Physik I oder Physik I</b> <b>Physik III</b> <b>Praktikum</b> <b>Grundlagen der Mechanik und Elektrodynamik</b> <b>Wahlpflichtmodul</b></p>
---

## Physik I (Mechanik, Wärmelehre)

Modul 1	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	7 CP	210 h	1. Sem.	WiSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Physik I (Mechanik, Wärmelehre)			a) 55 h	122 h	Studierende a) unbegrenzt b) unbegrenzt c) 30
b) zentrale Übung zur Physik I			b) 11 h		
c) Lerngruppen zur Physik I			c) 22 h		
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> keine					
<b>Vorbereitung:</b> Die Teilnahme am Physik-Vorkurs wird empfohlen.					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die Grundkonzepte der Physik und die Bedeutung von Experimenten und mathematischen Beschreibungen physikalischer Probleme aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre</li> <li>• sind Studierende in der Lage, physikalische Sachverhalte aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre mit adäquaten Begriffen zu kommunizieren</li> <li>• haben Studierende anhand historischer Beispiele Einblick in die Wege der Erkenntnisgewinnung in den Bereichen Mechanik und Wärmelehre</li> <li>• wenden Studierende physikalische Konzepte aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre auf konkrete Problemstellungen an</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Klassische Mechanik: Kinematik, Dynamik, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls, Leistung, Reibung, Drehimpuls, Drehmoment, Gravitation, Trägheitskräfte, starrer Körper, Hydrodynamik, Schwingungen Thermodynamik: Wärme und Temperatur, Hauptsätze der Thermodynamik, kinetische Theorie, Wärmeleitung und Diffusion, Entropie, Wärmekraftmaschinen, Aggregatzustände und Phasenübergänge					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, zentrale Übung, Lerngruppe					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 180 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur. Sie besteht aus zwei Teilklausuren, die am Ende der „Mechanik“ und am Ende der „Wärmelehre“ geschrieben werden. Die Gesamtnote für den Leistungsnachweis ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert der Ergebnisse der beiden Teilklausuren (Bestehensgrenze: Mittelwert $\geq 50$ %). Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachhol-Klausur zum Ende des Semesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> ggf. Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Fritsch					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Physik II (Elektrizitätslehre, Optik)</b>					
<b>Modul 2</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	7 CP	210 h	2. Sem.	SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Physik II (Elektrizitätslehre, Optik)			a) 55 h	122 h	Studierende
b) zentrale Übung zur Physik II			b) 11 h		a) unbegrenzt
c) Lerngruppen zur Physik II			c) 22 h		b) unbegrenzt
c) 30					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> keine					
<b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die Grundkonzepte der Physik und die Bedeutung von Experimenten und mathematischen Beschreibungen physikalischer Probleme aus den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik</li> <li>• sind Studierende in der Lage, physikalische Sachverhalte aus den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik mit adäquaten Begriffen zu kommunizieren</li> <li>• haben Studierende anhand historischer Beispiele Einblick in die Wege der Erkenntnisgewinnung in den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik</li> <li>• wenden Studierende physikalische Konzepte aus den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik auf konkrete Problemstellungen an</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Elektrizitätslehre: Elektrostatik: Ladung, Leiter, Nichtleiter, Coulomb-Gesetz, elektrisches Feld, Dipol, Gauß'sches Gesetz, Spannung, Potenzial, Kondensatoren, Dielektrika, elektrische Ströme: Ohm'sches Gesetz, Widerstand, Gleichspannungskreise, Kirchhoff'sche Regeln, elektr. Arbeit, Leistung, RC-Kreis, Magnetisches Feld: Quellen, Ampere'sches Gesetz, Materie im Magnetfeld, Kräfte im Magnetfeld, Induktion, Lenz'sche Regel, Wechselstromkreise: Induktivität, Schwingkreise, Zeigerdiagramme, Wechselstromwiderstände, Leistung, Effektivwerte, Transformatoren, Maxwell-Gleichungen, elektromagnetische Wellen					
Optik: Ausbreitung und Natur des Lichts: Wellen, Strahlen, Reflexion, Brechung, Fermat'sches Prinzip, Huygens'sches Prinzip, Dispersion, Polarisierung, Geometrische Optik: Spiegel, Linsen, Abbildungsfehler, optische Instrumente, Interferenz und Beugung: Kohärenz, dünne Schichten, Doppelspalt, Gitter, Einzelspalt, Auflösungsbegrenzung, Holographie					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, zentrale Übung, Lerngruppe					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 180 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur.. Sie besteht aus zwei Teilklausuren, die am Ende der „Elektrizitätslehre“ und am Ende der „Optik“ geschrieben werden. Die Gesamtnote für den Leistungsnachweis ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert der Ergebnisse der beiden Teilklausuren (Bestehensgrenze: Mittelwert $\geq 50$ %). Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachhol-Klausur zum Ende des Semesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> ggf. Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Fritsch					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Physik III (Quantenphysik)</b>					
<b>Modul 3</b>	<b>Credits</b> 14 CP	<b>Workload</b> 420 h	<b>Semester</b> 3. & 4. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Physik III (Quantenphysik) b) Übung zur Physik III			<b>Kontaktzeit</b> a) 88 h b) 44 h	<b>Selbststudium</b> 288 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse aus Physik I und II sind wünschenswert <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis der Atom- und Quantenphysik und können die Begrifflichkeiten der Quantenphysik von der der klassischen Physik abgrenzen.</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten statistischer Methoden zur Beschreibung makroskopischer Phänomene bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Festkörper- und Kernphysik und ihrer technischen Anwendungen (z.B. Radioaktivität und Strahlenwirkungen)</li> <li>• kennen Studierende die Systematik der Elementarteilchen und sind mit den Grundaufbau der Materie vertraut</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen den Teilbereichen der Physik erkennen und physikalische Konzepte auf unbekannte Problemstellungen anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung der Atomvorstellung: Atomismus von Materie, Atom-Masse, -Größe; Elektron, Masse und Größe; einfache Atommodelle</li> <li>2. Entwicklung der Quantenphysik: Teilchencharakter von Photonen (Hohlraumstrahlung, Photoeffekt, Comptoneffekt), Wellencharakter von Teilchen (Materiewellen, Wellenfunktion, Unbestimmtheitsrelation), Atommodelle (Linienstrahlung, Bohr'sches Atommodell), Quanteninterferenz</li> <li>3. Einführung in die Quantenmechanik: Schrödingergleichung, Anwendungen Schrödingergleichung (freie Teilchen, Kastenpotential, Harmonischer Oszillator, Kugelsymmetrische Potentiale)</li> <li>4. Wasserstoffatom: Schrödingergleichung für das Wasserstoffatom (Lösung des Radialteils, Quantenzahlen), H-Atom im Magnetfeld (normaler Zeeman-Effekt, Elektronenspin, Feinstruktur, anomaler Zeemaneffekt), komplette Beschreibung H-Atom (Hyperfeinstruktur, Relativistische Korrekturen)</li> <li>5. Mehrelektronen-Atome: Pauli-Prinzip; Helium-Atom; Periodensystem (Drehimpulskopplung)</li> <li>6. Kopplung em-Strahlung Atome: Einstein-Koeffizienten, Matrixelemente; Auswahlregeln; Lebensdauern; Röntgenstrahlung; Laser</li> <li>7. Moleküle: H<sub>2</sub>-Molekül; Chemische Bindung; Rotation und Schwingung; elektronische Übergänge; Hybridisierung</li> <li>8. Statistische Mechanik: Wahrscheinlichkeit einer Verteilung; Maxwell-Boltzmann-, Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Verteilung; Beispiele und Anwendungen (Planck'sche Strahlungsformel, spezifische Wärmekapazität, Elektronengas im Metall und Halbleiter, niederdimensionale Ladungsträgersysteme)</li> <li>9. Festkörperphysik: Struktur von Kristallen, Gitterschwingungen, Energiebänder, Halbleiterdetektoren, Supraleitung, Magnetismus</li> </ol>					

10. Kernphysik und Radioaktivität: Eigenschaften der Kerne und ihre modellhafte Beschreibung, radioaktive Zerfälle und Strahlenschutz, Kernreaktionen, Kernspaltung und Kernfusion
11. Elementarteilchen: Übersicht und Klassifizierung; Instabilität, Erhaltungssätze und Symmetrie, Quarkmodell der Hadronen

**Lehrformen** Vorlesung, Übung

**Prüfungsformen** mündliche Prüfung von 45 min

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestehen der mündlichen Prüfung.  
Als Vorleistung ist ein Übungsschein aus mindestens einem der beiden Semester (Erreichen von insgesamt mind. 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben sowie eine aktive Beteiligung in der Übung ist obligatorisch) nachzuweisen.  
Die Übungsscheine haben eine Gültigkeit von 3 Jahren.

**Verwendung des Moduls** Pflichtmodul

**Stellenwert der Note für die Endnote** Gewichtung mit CP

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende** Prof. Dr. von Keudell

**Sonstige Informationen** Die Prüfung kann von allen Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten des Instituts für Experimentalphysik der Fakultät für Physik und Astronomie durchgeführt werden. Die mündlichen Prüfungen werden halbjährlich angeboten. In der mündlichen Prüfung ist mindestens eine Übungsaufgabe aus einem der beiden Semester Gegenstand der Prüfung.

<b>Praktikum</b>					
<b>Modul 4</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	6 CP	180 h	1.-3. Sem.	WiSe & SoSe	4 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Physikalisches Praktikum für Physiker- innen und Physiker, b) Seminar S1, Seminar S2			30 h	150 h	Studierende a) 12 b) unbegrenzt
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> Praktikum Teil I: Bestehen des Moduls Physik I Praktikum Teil II: Bestehen des Moduls Physik II Praktikum Teil III: erfolgreich absolvierter Teil I oder Teil II					
<b>Inhaltlich:</b> keine					
<b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind Studierende in der Lage, physikalische Problemstellungen und Zusammenhänge mündlich und schriftlich unter Verwendung der Fachsprache zu erläutern</li> <li>• haben die Studierenden einen ersten Eindruck davon bekommen, welche fundamentale Bedeutung das „induktive“ Erfassen von Naturphänomenen für den Fortschritt der Naturwissenschaften hat. Das persönlich (selbständig) durchgeführte Experiment dient dem Verstehen durch „Begreifen“</li> <li>• beherrschen die Studierenden die Grundzüge experimentellen Arbeitens, die an exemplarischen Versuchsthemen und –aufbauten erprobt und geübt werden</li> <li>• sind die Studierenden in Lage, physikalische Experimente auf der Basis von Versuchsvor-schriften/-anleitungen eigenständig durchzuführen, Effekte zu beobachten und qualitativ zu be-schreiben, Messerwerte zu registrieren, diese zu interpretieren, zu dokumentieren und zu dis-kutieren</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Fehleranalyse</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen verschiedenen Teilbereichen der Physik er-kennen und die an exemplarischen Fragestellungen erlernten physikalischen Messmethoden auf andere Problemstellungen anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Praktikum Teil I: Mechanik/Wärmelehre					
Praktikum Teil II: Optik/Elektrizitätslehre					
Praktikum Teil III: Atom-/Kernphysik					
Pflichtveranstaltungen (je nach Praktikumsteil):					
Seminar S1: Sicherheitsunterweisung und Einführung in die Fehlerrechnung					
Seminar S2: Sicherheitsunterweisung und Strahlenschutzunterweisung					
Weitere Informationen unter <a href="http://praktikum.physik.rub.de/fachspezifische_informationen/physik/all-gemeine_informationen-">http://praktikum.physik.rub.de/fachspezifische_informationen/physik/all-gemeine_informationen-</a>					
<b>Lehrformen</b> praktische Übungen					

<b>Prüfungsformen</b> Protokolle, Kolloquium, Präsentation
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Erfolgskriterien im Physikalischen Grundpraktikum: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mündliches Antestat</li> <li>2. Versuchsdurchführung</li> <li>3. Anfertigung eines Protokolls mit Abtestat</li> <li>4. Teilnahme an einem speziellen Kolloquium am Ende des Praktikums 1.-</li> </ol> 3.: 70% der Benotung, 4.: 30% der Benotung
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dr. Meyer
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Mathematische Methoden</b>					
<b>Modul 5</b>	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> 1. & 2. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Mathematische Methoden b) Lerngruppe Mathematische Methoden			<b>Kontaktzeit</b> a) 66 h b) 44 h	<b>Selbststudium</b> a) 120 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> keine <b>Vorbereitung:</b> Die Teilnahme am Physik-Vorkurs vor Semesterbeginn wird empfohlen.					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis der für die Physik erforderlichen mathematischen Methoden</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten der mathematischen Modellbildung bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Matrizenrechnung, Vektoranalysis und der Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>• sind Studierende mit zahlreichen Standardanwendungen vertraut</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen physikalischen Problemstellungen und deren mathematischen Formulierungen erkennen und geeignete Methoden zur Lösung auswählen und anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Mathematische Methoden I: Rechnen mit komplexen Zahlen, Vektoren und Matrizen, partielle und totale Ableitung, krummlinige Koordinatensysteme, Taylorentwicklung, Vektoranalysis (kartesische Koordinaten) Mathematische Methoden II: gewöhnliche Differentialgleichungen, Vektoranalysis (krummlinige Koordinaten), Integralsätze, Delta-Funktion, Fourier-Reihen					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Lerngruppe					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 180 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur. Sie besteht aus zwei Teilklausuren, die am Ende der „Mathematischen Methoden I“ und am Ende der „Mathematischen Methoden II“ geschrieben werden. Wenn eine Teilklausur (z.B. aus Krankheitsgründen) nicht geschrieben werden kann oder in der Summe weniger als 50 % der Klausurpunkte erworben werden, besteht die Möglichkeit, den Leistungsnachweis in einer Nachhol-Klausur zum Ende des Sommersemesters zu erwerben. Sie deckt den gesamten Stoffumfang der Vorlesung ab.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> unbenotet, geht nicht in die Endnote ein					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> PD Dr. Krebs					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Grundlagen der Mechanik und Elektrodynamik</b>					
<b>Modul 6</b>	<b>Credits</b> 10 CP	<b>Workload</b> 300 h	<b>Semester</b> 3.& 4. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> im WiSe: a) Vorlesung Grundlagen der Mechanik b) Übung Grundlagen der Mechanik im SoSe: a) Vorlesung Grundlagen der Elektrodynamik b) Übung Grundlagen der Elektrodynamik			<b>Kontaktzeit</b> a) 45 h b) 45 h	<b>Selbststudium</b> 210 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse aus der Physik I + Physik II werden vorausgesetzt <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis für die klassische Mechanik und für die klassische Elektrodynamik</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten der entsprechenden Mathematisierung und Modellierung bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der physikalischen Wechselwirkung (Kraft, Feld, Potenzial)</li> <li>• sind die Studierenden mit typischen Anwendungen vertraut</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen verschiedenen Konzepten erkennen und diese erfolgreich anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Grundlagen der Mechanik: Newton-Mechanik (Axiome, Kräfte, Erhaltungssätze, Schwingungen), Zweikörperproblem (Formulierung, Reduktion auf Einkörperproblem, Keplersche Gesetze), Lagrange-Mechanik (Lagrange-Gleichungen, Erhaltungssätze), Starrer Körper (Kinematik, Drehimpuls, Trägheitstensor, Bewegungsgleichungen), kurzer Überblick über die spezielle Relativitätstheorie, Anknüpfung an moderne Anwendungen (z.B. Kosmologie) Grundlagen der Elektrodynamik: Verständnis der Grundlagen der Elektrodynamik; Formulierung physikalischer Modelle und ihre mathematische Bearbeitung; Verständnis für unterschiedliche Konzepte physikalischer Wechselwirkung (Kraft, Feld, Potential)					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung					
<b>Prüfungsformen</b> mündliche Prüfung von 45 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der mündlichen Prüfung. Als Vorleistung ist ein Übungsschein aus mindestens einem der beiden Semester (Erreichen von insgesamt mind. 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben sowie eine aktive Beteiligung in der Übung ist obligatorisch) nachzuweisen. Die Übungsscheine haben eine Gültigkeit von 3 Jahren.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					

<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dr. Eichmann
<b>Sonstige Informationen</b> Die Prüfung kann von allen Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten des Instituts für Theoretische Physik der Fakultät für Physik und Astronomie durchgeführt werden. Die mündlichen Prüfungen werden halbjährlich angeboten. In der mündlichen Prüfung ist mindestens eine Übungsaufgabe aus einem der beiden Semester Gegenstand der Prüfung.

<b>Grundlagen der Quantenmechanik und Statistik</b>					
<b>Modul 7</b>	<b>Credits</b> 6 CP	<b>Workload</b> 180 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Turnus</b> SoSe	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Grundlagen der Quantenmechanik und Statistik b) Übung zur Grundlagen der Quantenmechanik und Statistik			<b>Kontaktzeit</b> a) 45 h b) 22 h	<b>Selbststudium</b> 113 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse aus der Physik I-III und den Grundlagen der Mechanik und Elektrodynamik werden vorausgesetzt <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis für die Quantenmechanik und Statistik</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten der entsprechenden Mathematisierung und Modellierung bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Wellenmechanik, der kinetischen Theorie und der Thermodynamik</li> <li>• sind die Studierenden mit typischen Anwendungen vertraut</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen verschiedenen Konzepten erkennen und diese erfolgreich anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Quantenmechanik: Grundbegriffe, Wellenmechanik, Schrödingergleichung, spezielle physikalische Probleme, Drehimpuls, Systeme von Quanten, Interpretation der QM Statistik: Kinetische Theorie, Zustandsgrößen, Thermodynamik, Entropie, Zustandssumme und die statistischen Gesamtheiten, Quantengase Anknüpfung an moderne Anwendungen (z.B. Bellsche Ungleichung, EPR Paradoxon, Quantenkryptographie).					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 180 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> unbenotet - geht nicht in die Endnote ein					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dr. Körber					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Grundlagen der Didaktik der Physik</b>					
<b>Modul 8a</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	8 CP	240 h	3.-6. Sem.	WiSe und SoSe	4 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
im WiSe: a) Seminar zu Lernschwierigkeiten in der Experimentalphysik (2 S, 2 CP)			a) 44 h	152 h	Studierende a) 30 b) unbegrenzt
im SoSe: a) Einführung in die Physikdidaktik (2V, 2 Ü, 4 CP) b) Seminar zur Planung und Erprobung von Physikunterricht (2 S, 2 CP)			b) 22 h c) 22 h		
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse der Physik I und Physik II sind wünschenswert					
<b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis über die wichtigsten Themen der Physikdidaktik</li> <li>• kennen Studierende typische Probleme des Physikunterrichts aus theoretischer Sicht und können diese beurteilen</li> <li>• sind Studierende mit alternativen didaktischen Konzepten und Curricula vertraut</li> <li>• können Studierende Unterricht zielgruppengerecht Planen, Durchführen und Auswerten, auch unter Berücksichtigung inklusiver Anforderungen</li> <li>• kennen Studierende eine Vielzahl von Alltagsvorstellungen zu klassischen physikalischen Inhalten und können diese beurteilen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Allgemeines: der Schwerpunkt des Moduls liegt auf der Vermittlung physikdidaktischer Grundlagen Spezielles: Überblick über Kernthemen der Physikdidaktik (z. B. Ziele des Physikunterrichts, Lernen von Physik, Pädagogik von Wagenschein, Didaktische Rekonstruktion, Alltagsvorstellungen zu allen klassischen physikalischen Themen, epistemologische Überzeugungen, Modelle und Analogien, Experimente, Bildungsstandards und Curricula, Inklusion und Genderaspekte, Motivation und Interesse, Schulbücher, neue und alte Medien, Aufgaben, Physiklernen); Planung, Durchführung und Auswertung von Physikunterricht (insb. Unterrichtsminiaturen)					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Seminar					
<b>Prüfungsformen</b>					
Teilklausur I von 90 min zum "Seminar zu Lernschwierigkeiten in der Experimentalphysik"					
Teilklausur II von 90 min zum "Einführung in die Didaktik der Physik"					
Die Endnote ergibt sich aus den mit den CP gewichteten Noten aus beiden Teilklausuren.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> aktive Teilnahme an den Seminaren (>75 %), Bestehen der Klausuren					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Krabbe					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Dieses Modul muss für die Zulassung zum Master of Education (PO 2013, "Version 2015" und PO 2020) nachgewiesen werden.					

<b>Einführung in die Astrophysik</b>					
<b>Modul 8b</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	8 CP	240 h	ab 4. Sem.	SoSe	1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Introduction to Astrophysics			a) 44 h	160 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
b) Übung zu Introduction to Astrophysics			b) 22 h		
c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (zwei Versuche aus dem Bereich Astrophysik/Astronomie)			c) 14 h		
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert					
<b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die zentralen Begriffe, Theorien und Forschungsbereiche der modernen Multiwellenlängen- und Multimessenger- Astrophysik</li> <li>• sind Studierende in der Lage, die verschiedenen messtechnischen und modellbildenden Methoden der Astrophysik auf einfache Beispiele anzuwenden</li> <li>• analysieren und bewerten Studierende fachwissenschaftliche Inhalte und kommunizieren diese differenziert mündlich und schriftlich</li> <li>• kennen und begründen Studierende die Bedeutung der Physik und Astronomie für die Gesellschaft und die Wichtigkeit internationaler Forschungskollaborationen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Methoden und Ergebnisse der Astrophysik werden an ausgewählten Beobachtungsphänomenen eingeführt und in Zusammenhang mit aktuellen Forschungsergebnissen dargestellt. Zu den vermittelten Themenbereichen gehören u.a.: Grundlagen der beobachtenden Kosmologie, Strukturbildung im Kosmos, Aktive Galaktische Kerne, Dunkle Materie, Strahlungsprozesse, Strahlungstransport, Gravitationslinsen, Stelldynamik, Zustandsgrößen der Sterne, solare Neutrinos, Phasen des interstellaren Mediums, Akkretionsscheibenphysik, Pulsare. Im Fortgeschrittenen-Praktikum werden anhand von konkreten Problemstellungen u.a. grundlegende Scientific-Computing- und Programmierkenntnisse erlangt.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, praktische Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Dettmar					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Einführung in die Biophysik</b>					
<b>Modul 8c</b>	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> ab 5. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Introduction to Biophysics b) Übung zu Introduction to Biophysics c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (zwei Versuche aus dem Bereich Biophysik)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 14 h	<b>Selbststudium</b> 160 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis für die molekularen Strukturen lebender Materie</li> <li>• können die Studierenden die Zusammenhänge zwischen den in der Experimentalphysik und Theoretischen Physik erworbenen Grundkenntnissen und der Untersuchung von biologischen Systemen erkennen, und diese zur Beschreibung von Gleichgewichten und Reaktionen nutzen</li> <li>• sind mit den grundlegenden physikalischen Methoden zur Untersuchung molekularer biologischer Vorgänge vertraut</li> <li>• sind in der Lage, biophysikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu protokollieren, und die Ergebnisse im wissenschaftlichen Kontext zu diskutieren</li> <li>• haben Studierende einen ersten Einblick in aktuelle Forschungsthemen in der molekularen Biophysik an der Ruhr-Universität Bochum erhalten</li> <li>• können Studierende sich fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig erarbeiten, und diese mündlich und schriftlich kommunizieren</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur biologischer Materie: Vom Atom zum Protein</li> <li>- Spektroskopische Methoden</li> <li>- Proteinstrukturbestimmungsmethoden (Röntgenkristallographie, NMR, Elektronenmikroskopie)</li> <li>- Grundlagen der Reaktionskinetik und Elektrochemie</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, praktische Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Einführung in die Festkörperphysik</b>					
<b>Modul 8d</b>	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> ab 5. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Introduction to Solid State Physics I b) Übung zu Introduction to Solid State Physics I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (zwei Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 14 h	<b>Selbststudium</b> 160 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis, wie klassische und quantenmechanische Vorgänge makroskopische und mikroskopische Festkörpereigenschaften bedingen</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten der allgemeinen Konzepte bewusst, aus den physikalischen Basismethoden die optischen, thermischen und elektronischen Eigenschaften von Festkörpern abzuleiten und mindestens qualitativ zu verstehen</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Übertragung der Quantenmechanik auf festkörperphysikalische Systeme</li> <li>• sind mit Beugungsphänomenen im Orts- und Impulsraum vertraut</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen Atomphysik und Festkörperphysik in Bezug auf elektronische, phononische und photonische Bandstrukturen erkennen und anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geometrische Struktur des Festkörpers</li> <li>- (ideale Kristalle, Fehlordnung, reziprokes Gitter, Kristallstrukturbestimmung mittels Beugung, Bindungsverhältnisse)</li> <li>- Dynamik des Kristallgitters</li> <li>- (Gitterschwingungen, Phononen, Bose-Einstein-Verteilung, thermische Eigenschaften des Nichtleiters, Streuexperimente)</li> <li>- Elektronen im Festkörper</li> <li>- (klassisches freies Elektronengas, Fermi-Dirac-Verteilung, elektrische Leitfähigkeit, thermische Eigenschaften von Leitern, metallische Bindung, Ladungsträger im Magnetfeld, Bändermodell, experimentelle Bestimmung der Bandlücken, Halbleiter, thermische Anregung von Ladungsträgern, effektive Masse, Löcherleitung, Störstellenleitung, pn-Übergang)</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, praktische Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.					

<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.</p>
<p><b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP</p>
<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Böhmer</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Einführung in die Kern- und Teilchenphysik</b>					
<b>Modul 8e</b>	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> ab 5. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Introduction to Nuclear and Particle Physics I b) Übung zu Introduction to Nuclear and Particle Physics I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (zwei Versuche aus dem Bereich Kern- und Teilchenphysik)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 14 h	<b>Selbststudium</b> 160 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse der Physik I-III sind werden vorausgesetzt <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis über den Aufbau der Materie und ihre Wechselwirkungen sowie über Radioaktivität</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten der Anwendungen kernphysikalischer Prozesse in Technik und Medizin bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der elektromagnetischen, schwachen und starken Wechselwirkung</li> <li>• sind mit allgemeinen Messtechniken und Messmethoden vertraut und können Vor- und Nachteile kernphysikalischer und radioaktiver Prozesse einordnen</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen Prozessen im Universum und der Kern- und Teilchenphysik erkennen</li> <li>• können Studierende Messergebnisse kernphysikalischer und radioaktiver Prozesse einordnen und einschätzen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Kernphysikalische Prozesse im Universum, Aufbau der Materie aus elementaren Teilchen – das Standardmodell der Teilchenphysik, Aufbau und Beschreibung von Atomkernen, Relativistische Schwerionenphysik, Wechselwirkung von Teilchen mit Materie und darauf aufbauende Detektoren, Einführung in die Quantenfeldtheorie, Prozesse der starken und elektroschwachen Wechselwirkung, Streu- und Zerfallsexperimente, Teilchenbeschleuniger, Anwendungen der Kern- und Teilchenphysik in Technik und Medizin, Radioaktivität und Strahlenbelastung, Auswertung von Experimenten.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, praktische Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.					

<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Wiedner
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Einführung in die Plasmaphysik</b>					
<b>Modul 8f</b>	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> ab 4. Sem.	<b>Turnus</b> SoSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Introduction to Physics I	Plasma	a) 44 h	160 h	Studierende	a) unbegrenzt
b) Übung zu Introduction to Physics I	Plasma	b) 22 h		b) 30	b) 30
c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (zwei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)		c) 14 h		c) 2	c) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse der Physik I-III sind wünschenswert					
<b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>haben Studierende ein Grundverständnis über die wesentlichen Merkmale eines Plasmas und die Beschreibungsformen von Plasmen mit dem Einzelteilchenbild, der kinetischen Beschreibung und der Fluidbeschreibung</li> <li>sind sich Studierende über die Anwendungen von Plasmen im Bereich der Niedertemperatur- und der Hochtemperaturplasmen mit ihren Einschlusskonzepten bewusst</li> <li>kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Plasmagleichgewichte</li> <li>sind mit Dynamik von Plasmen vertraut</li> <li>können Studierende Zusammenhänge zwischen Plasmaheizung und Plasmaeigenschaften erkennen und physikalische Messmethoden auf bekannte Problemstellungen anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Grundkonzepte und Plasmadefinition, Einzelteilchen in Magnetfeldern, Stoßwechselwirkungen, Hydrodynamik, Magnetohydrodynamik, kinetische Theorie, Randschichten, Wellen in Plasmen, Grundlagen der kontrollierten Fusion, spezielle Entladungsformen					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, praktische Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Je nach festgelegter Prüfungsform: Bestehen der Klausur/mündlichen Prüfung oder Erlangen von mindestens 50 % der möglichen Punkte in den wöchentlichen Übungsaufgaben. In diesem Fall ist außerdem eine aktive Beteiligung in der Übung obligatorisch. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Zusätzlich muss das F-Praktikum erfolgreich abgeschlossen werden. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dr. Tsankov					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Lerngruppenleitung</b>					
<b>Modul-Nr. 9</b>	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 3.-5. Sem.	<b>Turnus</b> jedes Semester	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Seminar: Workshop zur Lerngruppen-leitung			a) 10 h	56 h	Studierende a) 30 b) 30 c) 30
b) Lerngruppe zu Physik I/II oder zu Mathematische Methoden I/II			b) 22 h		
c) Seminar: Lerngruppenleitung			c) 22 h		
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> Nachweis des jeweiligen Moduls, in dem die Lerngruppe geleitet wird					
<b>Inhaltlich:</b> keine					
<b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Gruppenleitung und der Arbeit im Team</li> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis über die Anwendung der Prinzipien der minimalen Hilfestellung</li> <li>• können Studierende eine Lerngruppe planen und durchführen</li> <li>• sind Studierende mit Vermittlung von physikalischem Fachwissen vertraut</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
a) In dem einführenden Workshop werden die grundlegenden methodischen Fähigkeiten vermittelt. Lösungen für Herausforderungen im Umgang mit Gruppen stehen im Vordergrund. Die Aktivierung der Teilnehmer/-innen zum Selbststudium, die Kanalisierung von Beteiligungsanteilen und auch der Umgang mit Störenfriede werden theoretisch analysiert und praktisch geübt. Ein zweiter Fokus liegt auf den Präsentations- und Moderationsfähigkeiten.					
b) In den Lerngruppen wird das erworbene Wissen praktisch angewendet. Jeweils zwei Lerngruppenleiter/-innen sind für eine Lerngruppe verantwortlich. Ziel der Lerngruppen ist es, die Teilnehmer/-innen optimal beim selbständigen Erlernen des Stoffes zu unterstützen. Die Methoden zur Wissensvermittlung kann das Lerngruppenteam frei wählen. Die Lerngruppenleiter/-innen sind explizit nicht für die fachliche Vermittlung von Inhalten verantwortlich. Die fachliche Verantwortung liegt bei der/dem jeweiligen Modulbeauftragten, dessen Übungsgruppe unterstützt wird.					
c) Das Seminar dient neben der Reflektion vor allem der Vorbereitung auf die nächste Lerngruppe. Die Aufgaben werden von den Studierenden vorgestellt und analysiert. Der Fokus liegt hierbei auf den verschiedenen Lösungsansätzen, der Herausarbeitung möglicher Probleme und Strategien zur Aktivierung der Teilnehmer/-innen der Lerngruppen. Es werden außerdem Erfahrungen aus den Lerngruppen diskutiert.					
<b>Lehrformen</b> Seminar, Übungen					
<b>Prüfungsformen</b> praktische Prüfung					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> aktive Teilnahme an den Seminaren (>75 %), Anleiten einer Lerngruppe (> 75 %)					
<b>Verwendung des Moduls</b> praktische Übung					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Fritsch, PD Dr. Krebs, Dr. Möller, Dr. Hellwig					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Bachelorarbeit</b>					
<b>Modul 10</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	8 CP	240 h	6. Sem.	WiSe & SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
Abschlussarbeit			200 h	40 h	1
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> Studienleistungen im Umfang von min. 130 CP aus den gewählten Fächern und dem Optionalbereich					
<b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse aus dem Wahlpflichtbereich (z. B. Grundlagen der Didaktik)					
<b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis über wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen</li> <li>• können Studierende unter Anleitung innerhalb einer vorgegebenen Frist mit wissenschaftlichen Methoden physikalische und physikdidaktische Fragestellungen aufklären oder definierte Probleme lösen</li> <li>• sind sich Studierende über die Anforderungen einer sachgerechten, schriftlichen Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse bewusst,</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der selbstständigen Arbeitsorganisation</li> <li>• sind Studierende mit der adäquaten Literaturrecherche, Zitation von Quellen und den Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis vertraut</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Konzeption einer Untersuchung, Aufbau eines Experiments oder Entwicklung eines theoretischen Modells, Planung und Durchführung der Datenerhebung bzw. der Modellanwendung, Analyse der Ergebnisse, Optimierung der Prozesse, Dokumentation der Verfahrensschritte (jeweils unter Anleitung der/des Themenstellerin/Themenstellers). Thema und Aufgabe sind so zu formulieren, dass sie innerhalb von 6 Wochen mit einem Arbeitsaufwand im Umfang von 8 CP bearbeitet werden können					
<b>Lehrformen</b> wissenschaftliche Arbeit					
<b>Prüfungsformen</b> schriftliche Prüfungsarbeit					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Prüfungsleistung					
<b>Verwendung des Moduls</b> optional					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie.					
<b>Die Liste der aktuellen Themensteller/innen für Bachelorarbeiten finden Sie in unserem Moodlekurs „Physikstudium-Info“.</b>					
<b>Sonstige Informationen</b>					