

Fakultät für Physik und Astronomie

**Modulhandbuch**  
zu dem Studiengang  
**Master of Science (M.Sc.) in Physik**

**PO 2015**

der Ruhr-Universität  
Bochum

SoSe 2020

Der Studiengang Master of Science in Physik hat eine Regelstudienzeit von 4 Semestern und einen Gesamtumfang von 120 Kreditpunkten (CP). Das Studium ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt. Pflichtmodule im Umfang von 65 CP umfassen die fachliche und überfachliche Vorbereitung und Durchführung der Abschlussarbeit. Der Wahlpflichtbereich umfasst vertiefende Module aus der experimentellen und theoretischen Physik (15-32 CP) sowie vielfältige Module aus dem Nebenfach (5-18 CP). Für die Schwerpunktsetzung müssen Veranstaltungen im Umfang von 15-25 CP in einem Fachgebiet (Astronomie/Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik, Plasmaphysik) gewählt werden. Im Bereich Schlüsselkompetenzen können nach Wahl weitere Module im Umfang von bis zu 10 CP gewählt werden. Eine Auflistung der zugelassenen Module befindet sich in diesem Modulhandbuch.

Die Einteilung der 120 zu absolvierenden CP in die Module im Physikstudium ist in der nachstehenden Tabelle veranschaulicht

	Semester	Experimentalphysik		Theoretische Physik		Schwerpunkt		Nebenfach		Schlüsselkompetenz		Master-Arbeit			
		9-16 CP		6-15 CP		15-23 CP		5-18 CP		5-15 CP		60 CP			
		CP		CP		CP		CP		CP		CP			
Master of Science	Vertiefungsphase	1	Wahlpflichtmodul aus der Experimentalphysik (z.B. Astronomie/Plasma) 1 VL + 3 FP		Wahlpflichtmodul aus der Theoretischen Physik (z.B. ART, Statist., QM II)		Spezialvorlesung/ Seminar/Praktikum (Astronomie/Kern/T/Plasma) Pflicht: 5 FP, 1 Seminar [inschl. Pr. (2 CP)]		Module aus anderen Fächern		z.B. C+H/Scientific Writing 0-10				
		2	Wahlpflichtmodul aus der Experimentalphysik (z.B. Astronomie/Plasma) 1 VL + 3 FP		Wahlpflichtmodul aus der Theoretischen Physik (z.B. Astronomie/Plasma) 1 VL + 3 FP				Module aus anderen Fächern		Präsentation (Projektphase BA-/HSE)		5		
Master of Science	Fertigungsphase	3											Methodenlehre und Projektplanung (16 St.)		10
		4											Projektarbeit zur MA-Arbeit		10
		4											MA-Arbeit		10

Legende: ■ Experimentalphysik ■ Theoretische Physik ■ Schwerpunkt ■ Nebenfach ■ Schlüsselkompetenz (Pflicht) ■ Schlüsselkompetenz (Wahl) ■ Abschlussarbeit und vorbereitende Module

## 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.

Unsere Studienfachberaterin für den Master-Studiengang Physik:

Dr. Ivonne Möller

NB 02/172

Tel.: 0234-32-29105

[ivonne.moeller@physik.rub.de](mailto:ivonne.moeller@physik.rub.de)

Vor dem Studium muss jeder Studierende einen Beratungstermin wahrnehmen. Hierzu werden neben Einzelterminen auch Gruppentermine angeboten. Die Studierenden werden per Mail über die Termine informiert.

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

## 2. Studienplan Master:

Modul	Beschreibung	Semester	Modulabschluss
Modul 1.x 9 -18 CP	Ein (oder zwei) Wahlpflichtmodul(e) aus einem der folgenden Fachgebiete aus der experimentellen Physik: Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik oder Plasmaphysik. Jedes Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übung sowie Versuchen aus dem Fortgeschrittenen-Praktikum aus dem jeweiligen Fachgebiet.	1.+2.	benotet, die erbrachten Teilleistungen gehen gewichtet mit den CP in die Modulnote ein.  Es muss ein Modul aus 1a bis 1e (nach Wahl) absolviert werden.  Ein weiteres Modul kann belegt werden.
Modul 2.x 6 -12 CP	Ein (oder zwei) Modul(e) aus „Statistische Physik“, „Quantenmechanik Vertiefung“ und „Allgemeine Relativitätstheorie“	4.	benotet, über eine Modulabschlussklausur oder eine mündliche Prüfung  Es muss ein Modul aus 2a bis 2c (nach Wahl) absolviert werden.  Ein weiteres Modul kann belegt werden.
Modul 3.x 0-9 CP	Ein Wahlmodul aus einem der folgenden Fachgebiete aus der theoretischen Physik: Astrophysik, Festkörperphysik oder Plasmaphysik. Jedes Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übung sowie Versuchen aus dem Fortgeschrittenen-Praktikum aus dem jeweiligen Fachgebiet.	1.+2.	benotet, die erbrachten Teilleistungen gehen gewichtet mit den CP in die Modulnote ein.  Es kann ein Modul aus 3a bis 3c (nach Wahl) absolviert werden.
Modul 4.x 15-25 CP	Ein Wahlpflichtmodul aus einem der folgenden Fachgebiete: Astrophysik, Biophysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik oder Plasmaphysik. Es können Veranstaltungen aus der experimentellen und/oder theoretischen Physik aus dem jeweiligen Fachgebiet gewählt werden.	3.+4.	benotet, über eine mündliche Modulabschlussprüfung  Es müssen ein Seminar (2 CP) und F-Praktika (mind. 5 CP) nachgewiesen werden.

Modul 5.x 5-18 CP	Wahlpflichtmodule im Umfang von 5-18 CP aus dem Katalog der Nebenfächer (z.B. Mathematik, Chemie, Geowissenschaften, ICAMS, Neuroinformatik, ET/IT, MB). Eine vollständige Liste aller Module finden Sie weiter hinten im Modulhandbuch.	1.-4.	benotet, über eine Modulabschlussklausur, mündliche Modulabschlussprüfung, Seminarvortrag, studienbegleitende Übungen und aktive Beteiligung, Protokolle, praktische Übungen oder Hausarbeit
Modul 6.x 0-10 CP	Wahlmodule im Umfang von 0-10 CP aus dem Bereich Schlüsselkompetenzen	2.+3.	benotet, über eine Modulabschlussklausur, mündliche Modulabschlussprüfung, Seminarvortrag, studienbegleitende Übungen und aktive Beteiligung, Protokolle, praktische Übungen oder Hausarbeit
Modul 7 5 CP	Projektleitung	1.+2.	unbenotet, über aktive Teilnahme
Modul 8 15 CP	Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)	3.	unbenotet, über aktive Teilnahme
Modul 9 15 CP	Projektseminar zur Masterarbeit	3.+4.	benotet, über aktive Teilnahme und Seminarvortrag
Modul 10 30 CP	Masterarbeit	3.+4.	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 „Projektleitung“ und „Methodenkenntnis und Projektplanung“. Alle benoteten Module gehen mit den CP gewichtet in die Endnote ein.

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.

#### 4. Liste der einzelnen Module:

##### Modul 1 (Wahlpflichtmodule aus der Experimentalphysik)

- Modul 1a Einführung in die Astrophysik..... 6
- Modul 1b Einführung in die Biophysik..... 7
- Modul 1c Einführung in die Festkörperphysik ..... 8
- Modul 1d Einführung in die Kern- und Teilchenphysik ..... 10
- Modul 1e Einführung in die Plasmaphysik..... 12

##### Modul 2 (Wahlpflichtmodule aus der Theoretischen Physik)

- Modul 2a Allgemeine Relativitätstheorie..... 13
- Modul 2b Quantenmechanik II..... 14
- Modul 2c Statistische Physik ..... 15

##### Modul 3 (Wahlmodule aus der Theoretischen Physik)

- Modul 3a Einführung in die theoretische Astrophysik..... 16
- Modul 3b Einführung in die theoretische Festkörperphysik..... 18
- Modul 3c Einführung in die theoretische Plasmaphysik ..... 20

##### Modul 4 (Wahlpflichtmodule für den Schwerpunkt)

- Modul 4a Astrophysik ..... 21
- Modul 4b Biophysik..... 23
- Modul 4c Festkörperphysik..... 24
- Modul 4d Kern- und Teilchenphysik ..... 26
- Modul 4e Plasmaphysik ..... 28

##### Modul 5 (Wahlpflichtmodule für das Nebenfach)

- Angebot aus der Fakultät für Chemie und Biochemie ..... 29
- Angebot aus der Fakultät für Geowissenschaften..... 29
- Angebot aus der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik..... 30
- Angebot aus der Fakultät für Maschinenbau..... 30
- Angebot aus der Fakultät für Mathematik..... 31
- Angebot aus dem Institut für Neuroinformatik ..... 32
- Angebot aus dem ICAMS..... 32

##### Modul 6 (Wahlmodule für den Bereich Schlüsselkompetenzen)

- Modul 6a Computational Physics I..... 33
- Modul 6b Computational Physics II..... 34
- Modul 6c Scientific English..... 35
- Modul 6d The Science of Interstellar..... 36
- Modul 6z Liste mit weiteren Modulen ..... 37

##### Pflichtmodule

- Modul 7 Projektleitung ..... 39
- Modul 8 Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.) ..... 40
- Modul 9 Projektseminar zur Masterarbeit..... 41
- Modul 10 Masterarbeit..... 42

<b>Einführung in die Astrophysik</b>					
<b>Modul 1a</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	SoSe	1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Einführung in die Astrophysik			a) 44 h	183 h	Studierende
b) Übung zur Einführung in die Astrophysik			b) 22 h		a) unbegrenzt
c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Astrophysik/Astronomie)			c) 21 h		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>• 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> PD Dr. Bomans					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Einführung in die Biophysik</b>					
<b>Modul 1b</b>	<b>Credits</b> 9 CP	<b>Workload</b> 270 h	<b>Semester</b> ab 1. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Einführung in die Biophysik b) Übung zur Einführung in die Biophysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Biophysik)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 21 h	<b>Selbststudium</b> 183 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. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.					
<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.					
<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 1c</b>	<b>Credits</b> 9 CP	<b>Workload</b> 270 h	<b>Semester</b> ab 1. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Einführung in die Festkörperphysik I b) Übung zur Einführung in die Festkörperphysik I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 21 h	<b>Selbststudium</b> 183 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.

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten** 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.

**Verwendung des Moduls** Wahlpflichtmodul

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

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende** Prof. Dr. Wieck

**Sonstige Informationen**

<b>Einführung in die Kern- und Teilchenphysik</b>					
<b>Modul Id</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	WiSe	1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I			a) 44 h	183 h	Studierende
b) Übung zur Einführung in die Kern- und Teilchenphysik I			b) 22 h		a) unbegrenzt
c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Kern- und Teilchenphysik)			c) 21 h		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 1e</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	SoSe	1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Einführung in die Plasmaphysik I b) Übung zur Einführung in die Plasmaphysik I c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)			a) 44 h b) 22 h c) 21 h	183 h	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 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> Prof. Dr. Czarnetzki					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Allgemeine Relativitätstheorie</b>					
<b>Modul 2a</b>	<b>Credits</b> 6 CP	<b>Workload</b> 180 h	<b>Semester</b> ab 1. Sem	<b>Turnus</b> Nicht im SoSe 2020	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung General Relativity b) Übung General Relativity			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h	<b>Selbststudium</b> 114 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 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>• haben Studierende ein Grundverständnis der Gravitation als Krümmung der Raumzeit</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten differential-geometrischer Methoden bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Gravitation und Ihren Anwendungen</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen physikalischer Idee erkennen und deren mathematische Formulierung anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Relativitätstheorie und flache Raumzeit: Lorentz Transformationen; Vektoren und duale Vektoren (1-Formen); Tensoren; Maxwell Gleichungen; Energie-Impuls Tensor; Klassische Feld-Theorie</li> <li>• Mannigfaltigkeiten: Gravitation als geometrische Eigenschaft; Was ist eine Mannigfaltigkeit; Vektoren, Tensoren, Metrik; Ein expandierendes Universum; Kausalität; Tensor-Dichten; Differentialformen; Integration</li> <li>• Krümmung: kovariante Ableitung; Parallel-Transport und Geodätische; der Riemann'sche Krümmungstensor; Symmetrien und Killing-Vektoren; Maximal symmetrische Räume; Geodätische Abweichung</li> <li>• Gravitation: Physik in gekrümmter Raumzeit; Einstein Gleichungen; Lagrange'sche Formulierung; die kosmologische Konstante; Alternative Theorien</li> <li>• Die Schwarzschild Lösung: die Schwarzschild Metrik; Birkhoffs Theorem; Singularitäten; Geodätische der Schwarzschild-Lösung; Schwarze Löcher; die maximal erweiterte Schwarzschild Lösung</li> <li>• Kosmologie: Maximal symmetrisches Universum; Robertson-Walker Metrik; die Friedmann Gleichung; Dynamik des Skalenfaktors; Rotverschiebung und Entfernungen; Gravitationslinsen; Inflation</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 30 min) für das Modul fest.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Prüfungsleistung					
<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. Polyakov					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Quantenmechanik II</b>					
<b>Modul 2b</b>	<b>Credits</b> 6 CP	<b>Workload</b> 180 h	<b>Semester</b> ab 1. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Advanced Quantum Mechanics b) Übung Advanced Quantum Mechanics			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h	<b>Selbststudium</b> 114 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse der Einführung in die Quantenmechanik und Statistik 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 Verständnis über fortgeschrittene Konzepte der Quantenmechanik, die es ihnen ermöglichen, komplexe physikalische Sachverhalte zu analysieren</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen Symmetrien in der Quantenmechanik und dem zugrundeliegenden mathematischen Formalismus der Gruppentheorie erkennen und anwenden</li> <li>• haben Studierende einen Überblick über die wesentlichen Näherungsmethoden der Quantenmechanik und können diese zur Beschreibung nichtrelativistischer Phänomene selbstständig anwenden</li> <li>• sind Studierenden mit der Streutheorie und mit der quantenmechanischen Behandlung von identischen Teilchen vertraut</li> <li>• haben Studierende Grundkenntnisse der relativistischen Feldgleichungen und ihrer Quantisierung erworben</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Symmetrien in der Quantenmechanik, Addition von Drehimpulsen, Auswahlregeln, Näherungsmethoden und ihre Anwendungen, Streutheorie, Systeme von identischen Teilchen, Feldquantisierung, relativistische Wellengleichungen					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 180 min oder mündliche Prüfung von 45 min) für das Modul fest.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Prüfungsleistung					
<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. Eremin					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Statistische Physik</b>					
<b>Modul 2c</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	6 CP	180 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Statistische Physik b) Übung Statistische Physik			a) 44 h b) 22 h	114 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse der Einführung in die Quantenmechanik und Statistik 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 die Konzepte der statistischen Mechanik</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Quantenstatistik</li> <li>• die Studierenden sind mit grundlegenden Definitionen der klassischen und quantenmechanischen Statistischen Physik vertraut</li> <li>• können die Studierende typische Probleme der nicht wechselwirkenden Vielteilchenphysik lösen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Quantenstatistik und klassische statistische Mechanik, Thermodynamik, Anwendungen. Ausgangspunkt ist die einfache Statistik vieler Teilchen, Thermodynamik wird daraus abgeleitet. Danach Quantenstatistik mit Anwendungen.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 120 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Prüfungsleistung					
<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. Grauer					
<b>Sonstige Informationen</b>					

## Einführung in die theoretische Astrophysik

Modul 3a	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Einführung in die theoretische Astrophysik b) Übung zur Einführung in die theoretische Astrophysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Astrophysik/Astronomie)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 21 h	<b>Selbststudium</b> 183 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse der Theoretischen Physik 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 theoretische Astrophysik</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten der entsprechenden Mathematisierung und Modellierung bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung astrophysikalischer Umgebungen</li> <li>• sind die Studierenden mit verschiedenen theoretischen Methoden vertraut</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen der Astrophysik, zugehörigen Beispielen und anderen physikalischen Bereichen (Kern/Teilchen, Plasma) erkennen und erfolgreich anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Methoden und Ergebnisse der Astrophysik werden für ausgewählte astrophysikalische Systeme eingeführt und in Zusammenhang mit aktuellen Forschungsergebnissen diskutiert. Aus folgenden Themen werden Schwerpunkte ausgewählt: Astrophysik: Definition und Grundlagen (letztere werden in wie benötigt in kurzen Exkursen bereitgestellt); Sterne: Zustandsgrößen, Entstehung, Aufbau, Entwicklung und Endzustände; Sternwinde: Beschleunigung, Struktur und Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium; nicht-thermische Strahlungsprozesse: Energiespektren (Synchrotron, Inverse Comptonstreuung, Bremsstrahlung, aus hadronischen Wechselwirkungen); Galaktische und extragalaktische Quellen: Supernovaüberreste, aktive Galaxien; Kosmische Magnetfelder: Teilchentransport, Leaky Box Modell, stochastische Beschreibung des diffusiven Transports; Multimessenger-Signaturen: Photonen, kosmische Strahlung und Neutrinos.					
<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. Tjus
<b>Sonstige Informationen</b>

## Einführung in die theoretische Festkörperphysik

<b>Modul 3b</b>	<b>Credits</b> 9 CP	<b>Workload</b> 270 h	<b>Semester</b> ab 1. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Einführung in die theoretische Festkörperphysik b) Übung zur Einführung in die theoretische Festkörperphysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 21 h	<b>Selbststudium</b> 183 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse der Theoretischen Physik inklusiv Quantenmechanik und Elementen der Statistische Physik werden vorausgesetzt <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 Festkörpertheorie</li> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis von den mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der Struktur, dem Schwingungsverhalten und der elektronischen Struktur und deren Einfluss auf das makroskopische Verhalten von Festkörpern</li> <li>• sind mit der mathematischen Beschreibung von Festkörpern (zweite Quantisierung, spontane Symmetrie-Brechung, Phasen Übergänge, elementare Anregungen) vertraut</li> <li>• können Studierende typische Aufgabe der Festkörpertheorie lösen und interpretieren</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.					
<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. Eremin
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Einführung in die theoretische Plasmaphysik</b>					
<b>Modul 3c</b>	<b>Credits</b> 9 CP	<b>Workload</b> 270 h	<b>Semester</b> ab 1. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1-2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Einführung in die Theoretische Plasmaphysik b) Übung zur Einführung in die Theoretische Plasmaphysik c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)			<b>Kontaktzeit</b> a) 44 h b) 22 h c) 21 h	<b>Selbststudium</b> 183 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse der Theoretischen Physik, speziell Elektrodynamik, 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 die Studierenden ein Grundverständnis für die Problematik theoretischer Modellbildung für ein komplexes Vielteilchensystem gewonnen</li> <li>• sind die Studierenden mit den Beschreibungen von Plasmen auf Basis kinetischer und fluiddynamischer Theorien vertraut und in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen derartiger Modelle einzuschätzen</li> <li>• kennen Studierende grundlegende mathematische Techniken zum Arbeiten im Rahmen der im Modul entwickelten Theorien</li> <li>• sind die Studierenden mit einzelnen plasmaphysikalischen Anwendungen der Theorien und Methoden im Kontext der Astro- bzw. Weltraumphysik vertraut und haben einen Einblick in die dort vorzufindenden Parameterregime</li> <li>• haben die Studierenden im Rahmen der Praktikumsversuche erste Erfahrung in der numerischen Modellierung von plasmaphysikalischen Vorgängen gesammelt und entsprechende Computersimulationen durchgeführt</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Grundkonzepte der klassischen Plasmaphysik, Einzelteilchenbewegung, kinetische Theorie, Fluidtheorie, Magnetohydrodynamik, Gleichgewichtstheorie, Wellen und Instabilitäten, Anwendungen im astro- und weltraumphysikalischen Kontext, numerische Modellierung von Plasmen.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, numerische Simulation mittels Computer					
<b>Prüfungsformen</b> Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (mündliche Prüfung von 45 min oder Klausur von 90 min Dauer) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur bzw. mündlichen Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> PD Dr. Fichtner					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Astrophysik/Astronomie</b>					
<b>Modul 4a</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	15-25 CP	450-750 h	1.-2. Sem.	WiSe & SoSe	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	mind. 305 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> Grundkenntnisse in der Astronomie/Astronomie 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 gelernt, physikalisches Wissen aus den verschiedenen Bereichen (wie Plasma- und Quantenphysik) auf die oft - verglichen mit der Erde - 'exotischen' Bedingungen des Weltalls anzuwenden</li> <li>• ein Grundverständnis der wichtigsten physikalischen Prozesse zur Beschreibung der verschiedenen Phänomene im Universum</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden theoretischen Konzepte der modernen Astronomie und Astrophysik</li> <li>• sind die Studierenden über aktuelle astrophysikalische Fragestellungen unterrichtet</li> <li>• können astrophysikalische Fachliteratur lesen, verstehen und einordnen</li> <li>• sind die Studierenden in die Lage versetzt, ihre Masterarbeit im Bereich der experimentellen oder theoretischen Astronomie / Astrophysik anzufertigen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<p>Es wird in die modernen astrophysikalischen Themen eingeführt. Dabei werden die Studierenden bis an die 'Front der Forschung' geführt. Dies geschieht unter besonderer Berücksichtigung der Forschungsschwerpunkte der beteiligten Lehrstühle und Arbeitsgruppen der experimentellen und theoretischen Astrophysik/Astronomie, daneben wird aber auch ein breiter Überblick geboten. Die extragalaktische Astronomie, bis hin zur (beobachtenden) Kosmologie und Astroteilchenphysik, nimmt breiten Raum ein. Wechselwirkungen verschiedener Komponenten (etwa Phasen des Interstellaren Medium, galaktische Scheibe / Halo oder Galaxien / intergalaktisches Medium) sind von besonderer Bedeutung. Aber auch Prozesse in unserer eigenen Milchstraße werden ausführlich vorgestellt. Hier geht es vor allem um die Gas- und Staubkomponente der Milchstraße und die Entstehung von Sternen und – damit verknüpft – Planetensystemen, aber auch um solar-terrestrische Beziehung, etwa die Physik des Sonnenwinds. Enge Beziehungen bestehen zur Plasmaphysik und Kern- und Teilchenphysik.</p>					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulprüfung von 45 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden.					

Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.

**Verwendung des Moduls** Wahlpflichtmodul

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

**Modulbeauftragte/r** PD Dr. Bomans

**Prüfer/in** Prof. Dr. Dettmar, Prof. Dr. Hildebrandt, Prof. Dr. Tjus, PD Dr. Bomans, PD Dr. Fichtner

**Sonstige Informationen** Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

<b>Biophysik</b>					
<b>Modul 4b</b>	<b>Credits</b> 15-25 CP	<b>Workload</b> 450-750 h	<b>Semester</b> 1.-2. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			<b>Kontaktzeit</b> je mind. a) 44 h b) 22 h c) 22 h d) 35 h	<b>Selbststudium</b> mind. 305 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse aus dem Modul „Einführung in die Biophysik“ werden vorausgesetzt <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind Studierende mit den molekularen biologischen Vorgängen sowie den physikalischen Methoden zur Untersuchung vertraut und können diese zur Beschreibung von Gleichgewichten und Reaktionen nutzen</li> <li>• haben Studierende einen vertieften Einblick in aktuelle Forschungsthemen in der molekularen Biophysik an der Ruhr-Uni Bochum</li> <li>• können Studierende sich fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden selbstständig erarbeiten, und diese mündlich und schriftlich souverän kommunizieren</li> <li>• können Studierende eigenständig in den relevanten Datenbanken Informationen finden und nutzen</li> <li>• sind Studierende geübt im Analysieren von Daten zur Proteinsequenz und –struktur mit geeigneten Programmen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Strukturauflösende Methoden, Röntgenkristallographie, Energieverfeinerung, Modellierung, Kraftfelder, Molekulardynamik-Simulation, QM/MM Simulation, FTIR und Raman-Streuung, Spektroskopie in Anwendung auf aktuelle Fragestellungen, Bioinformatik					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulprüfung von 45 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r</b> Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann					
<b>Prüfer/in</b> Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann, Prof. Dr. Mosig, PD Dr. Kötting					
<b>Sonstige Informationen</b> Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.					

<b>Festkörperphysik</b>					
<b>Modul 4c</b>	<b>Credits</b> 15-25 CP	<b>Workload</b> 450-750 h	<b>Semester</b> 1.-2. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			<b>Kontaktzeit</b> je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	<b>Selbststudium</b> mind. 305 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> grundlegende Kenntnisse in der Festkörperphysik 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 die Eigenschaften des Festkörpers, dessen atomaren Aufbaus, sowie den elektrischen, magnetischen, mechanischen und optischen Eigenschaften</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten innerhalb der unterschiedlichen Forschungsbereiche und Spezialisierungen der theoretischen und experimentellen Festkörperphysik bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der theoretischen Beschreibung des Festkörpers</li> <li>• sind mit grundlegenden experimentellen Verfahren der Messung von Festkörpereigenschaften vertraut</li> <li>• können Studierende Zusammenhänge zwischen dem mikroskopischen Aufbau des Festkörpers und dessen makroskopischen Eigenschaften erkennen und diese zur Abschätzung der technologischen Nutzbarkeit anwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Vertiefung der Kenntnisse in den Hauptgebieten der Festkörperphysik, insbesondere der optischen, magnetischen und supraleitenden Eigenschaften. Die theoretische Festkörperphysik behandelt das Vielkörperproblem und stellt die Hauptgebiete der Festkörperphysik auf solide quantenmechanische Basis. Darüber hinaus werden eine Reihe von Spezialvorlesungen zur Vertiefung angeboten: Oberflächenphysik, Magnetismus, Supraleitung, Halbleiterphysik und Halbleiterbauelemente, Phasenübergänge, Metallphysik, Streuphysik, Physik dünner Schichten, Nanostrukturierung und Spintronik, und weitere Gebiete in der modernen experimentellen und theoretischen Festkörperphysik.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulprüfung von 45 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusiv der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					



<b>Modulbeauftragte/r</b> Prof. Dr. Köhler
<b>Prüfer/in</b> Prof. Dr. Drautz, Prof. Dr. Eremin, Prof. Dr. Hägele, Prof. Dr. Köhler, Prof. Dr. Wieck
<b>Sonstige Informationen</b> Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

<b>Kern- und Teilchenphysik</b>					
<b>Modul 4d</b>	<b>Credits</b> 15-25 CP	<b>Workload</b> 450-750 h	<b>Semester</b> 1.-2. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			<b>Kontaktzeit</b> je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	<b>Selbststudium</b> mind. 305 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse der Einführung in die Kern- und Teilchenphysik <b>Vorbereitung:</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende verstanden wie das Standardmodell der Teilchenphysik entwickelt wurde und welche Vorhersagekraft es hat</li> <li>• können Studierende den Zusammenhang zwischen Quantenfeldtheorievorhersagen und Experimenten herstellen</li> <li>• haben Studierende die ein vertieftes Verständnis der elektromagnetischen, schwachen und starken Wechselwirkung</li> <li>• sind die Studierenden mit den Nobelpreisexperimenten in der Kern- und Teilchenphysik vertraut und können diese interpretieren</li> <li>• wird der Zusammenhang zwischen Symmetrien und experimentellen Beobachtungen hergestellt</li> <li>• besitzen Studierende ein Wissen über offenen Fragen und aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet der Kern- und Teilchenphysik</li> <li>• kann der Zusammenhang zwischen Teilchenphysik und der Entwicklung des Universums dargelegt werden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Dirac-Gleichung, Spin, Antiteilchen, Erhaltungssätze, Feynman-Diagramme, Yukawa- Wechselwirkung, Strangeness, Gruppentheorie und Symmetrie, Clebsch-Gordon Koeffizienten, Mesonen-Nonets, Breit-Wigner-Resonanzen, Farben in der QCD, Charm, Confinement, Globale und lokale Symmetrien, Hadronenstruktur, Partonenmodell, tief-inelastische Streuung und Skalenverhalten, Neutrino-physik, schwache WW, Mischungszustände, Higgs-Mechanismus der Massenerzeugung, Physik jenseits des Standardmodells, Quantenfeldtheorien, Solitonen. Es werden darüber hinaus Spezialveranstaltungen in Form von Vorlesungen und Seminaren zu Detektoren, Hadronenphysik, Neutrino-physik, sowie zur theoretischen Kern- und Teilchenphysik oder sonstigen aktuellen Themen angeboten. Praktikumsversuche ergänzen das theoretische Wissen.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulprüfung von 45 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden.					

Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP
<b>Modulbeauftragte/r</b> Prof. Dr. Wiedner, Prof. Dr. Epelbaum
<b>Prüfer/in</b> Prof. Dr. Fritsch, Prof. Dr. Wiedner, PD Dr. Heinsius, Prof. Dr. Tjus, Prof. Dr. Polyakov, Prof. Dr. Epelbaum
<b>Sonstige Informationen</b> Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

<b>Plasmaphysik</b>					
<b>Modul 4e</b>	<b>Credits</b> 15-25 CP	<b>Workload</b> 450-750 h	<b>Semester</b> 1.-2. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung b) Übung c) Seminar (mind. 2 CP) d) F-Praktikum (mind. 5 CP) Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.			<b>Kontaktzeit</b> je mind. a) 44 h b) 44 h c) 22 h d) 35 h	<b>Selbststudium</b> mind. 305 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 2
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> keine <b>Inhaltlich:</b> grundlegende Kenntnisse in der Plasmaphysik 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 die wesentlichen Plasmaerzeugungsmethoden und den Heizmechanismen in diesen Plasmen</li> <li>• beherrschen Studierende wesentliche Diagnostikmethoden von Plasmen</li> <li>• haben Studierende ein tieferes Verständnis der theoretischen Konzepte zur Beschreibung von Plasmen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen</li> <li>• können Studierende Messmethoden von Plasmen einsetzen</li> <li>• Kennen Studierende unterschiedliche Einsatzfelder von Plasmen wie die Wechselwirkung mit biologischen Systemen oder mit den Oberflächen eines Fusionsexperimentes</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Plasmaerzeugung; Plasmaheizung; Plasmadiagnostik; Physik der Plasmarandschicht; Plasma-Oberflächen-Wechselwirkung; Plasmachemie, Plasmadeposition, Plasma-Ätzen; Wellen in Plasmen etc.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum					
<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulprüfung von 45 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: F-Praktikum (5 CP), ein Seminar (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Wahlpflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r</b> Prof. Dr. von Keudell					
<b>Prüfer/in</b> Prof. Dr. Czarnetzki, Prof. Dr. Grauer, Prof. Dr. von Keudell, Prof. Dr. Tjus, PD Dr. Fichtner					
<b>Sonstige Informationen</b> Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.					

Es können Module im Umfang von 5-18 CP aus dem Angebot anderer Fakultäten und deren Fächer eingebracht werden.

Falls aber geplant ist, die **Masterarbeit im Nebenfach** anzufertigen, müssen 15 CP in dem Nebenfach abgelegt werden, in dem die Arbeit geschrieben wird.

In begründeten Ausnahmefällen können auch Module, die nicht in diesem Modulhandbuch stehen, anerkannt werden. Dazu ist ein begründeter Antrag an die Studienfachberaterin (Dr. Ivonne Möller) zu stellen.

aus dem Angebot der Fakultät für **Chemie und Biochemie**:

<b>Nebenfach:</b>	<b>Module</b>
Analytische Chemie	Methoden der Strukturanalyse II
Anorganische Chemie:	Anorganische Chemie II
	Blockkurse Anorganische Chemie
Biochemie	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken
	Einführung in die Biochemie
	Biochemie I
Physikalische Chemie	Laserspektroskopie Praktikum
	Rasterkraftmikroskopie Praktikum
	Biophysikalische Chemie I
	Biophysikalische Chemie II
	Physikalisch-chemisches Praktikum
	Physikalische Chemie II
	Concepts of Spectroscopy and Introduction in Laser Spectroscopy
	Concepts of Spectroscopy II
Technische Chemie	Technische Chemie I
	Technische Chemie II
	Chemisch-technisches Praktikum für Physiker
Theoretische Chemie	Theoretische Chemie I
	Theoretische Chemie II
	Theoretische Chemie III
	Theoretisch-chemisches Praktikum für Physiker

aus dem Angebot der Fakultät für **Geowissenschaften**:

<b>Nebenfach:</b>	<b>Module</b>
Geophysik*	Theoretische Geophysik
	Auswertung und Interpretation geophysikalischer Daten
	Dynamik der Erde
	Explorationsgeophysik

\*ein persönliches Gespräch mit dem Studienfachberater Geophysik vorab wird empfohlen

aus dem Angebot der Fakultät für **Elektrotechnik und Informationstechnik:**

<b>Nebenfach:</b>	<b>Module</b>
Plasmatechnik*	Plasmatechnik I
	Felder, Wellen und Teilchen
Nanoelektronik**	Festkörperelektronik
	Nanoelektronik
Mikroelektronik	VLSI-Entwurf
	Integrierte Digitalerschaltungen
Energiesystemtechnik	Einführung in die Energiesystemtechnik
	Regenerative elektrische Energietechnik
Kommunikationstechnik	Systeme der Hochfrequenztechnik
	Digitale Signalverarbeitung
Medizintechnik	Ultraschall in Medizin
	Tomographische Abbildungsverfahren in der Medizin
	Bildverarbeitung in der Medizin

\*nur wenn der physikalische Schwerpunkt nicht Plasmaphysik ist

\*\* nur wenn der physikalische Schwerpunkt nicht Festkörperphysik ist

aus dem Angebot der Fakultät für **Maschinenbau:**

<b>Nebenfach:</b>	<b>Module</b>
Laseranwendungstechnik*	Lasertechnik
	Lasermesstechnik
	Laserfertigungstechnik
	Lasermedizintechnik
Energiesysteme und Energiewirtschaft	Energiewirtschaft
	Energieumwandlungssysteme
	Regenerative Energie
	Kernkraftwerktechnik
	Reaktortheorie
	Wasserkraftwerke
Werkstoffwissenschaft	Grundlagen Werkstoffe
	Werkstoffwissenschaft I
	Werkstoffwissenschaft II
	Polymere Werkstoffe
	Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe
	Elektronen- und Röntgenbeugung

\*alle Prüfungen sind mündlich - persönliche Anmeldung erforderlich

aus dem Angebot der Fakultät für **Mathematik**:

<b>Nebenfach:</b>	<b>Module</b>	
Algebra	Algebra I	
	Algebra II (Kommutative Algebra und Algebraische Geometrie)	
	Zahlentheorie	
	Darstellungstheorie von Lie-Gruppen	
Geometrie/Topologie	Kurven und Flächen	
	Differentialgeometrie I	
	Differentialgeometrie II	
	Differentialtopologie	
	Topologie I	
	Algebraische Topologie	
Analysis	Funktionalanalysis	
	Funktionentheorie I	
	Funktionentheorie II	
	Gewöhnliche Differentialgleichungen	
	Partielle Differentialgleichungen I	
	Kurven und Flächen	
	Differentialgeometrie I	
	Differentialgeometrie II	
	Differentialtopologie	
	Numerische Mathematik	Numerik I (Numerische Behandlung von Differentialgleichungen I)
		Numerik II (Numerische Behandlung von Differentialgleichungen II)
		Optimierung
	Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Wahrscheinlichkeitstheorie I
Wahrscheinlichkeitstheorie II (Stochastische Modelle)		
Statistik I		
Statistik II		
Mathematische Physik		
Finanzmathematik		
Zeitreihen		
Informatik/Kryptographie	Theoretische Informatik	
	Komplexitätstheorie	
	Kryptographie	
	Approximationstheorie	
	Datenstrukturen	
	Datenbanksysteme	
	Diskrete Mathematik I	
	Quantenalgorithmen	
	Effiziente Algorithmen	
	Kryptanalyse	
	Theorie des Maschinellen Lernens	
	Algorithmische Geometrie	
	Kryptographische Protokolle	

aus dem Angebot des Institutes für **Neuroinformatik**:

<b>Nebenfach:</b>	<b>Module</b>
Neuroinformatik	Computational Neuroscience: Neural Dynamics
	Computational Neuroscience: Vision and Memory
	Autonomous Robotics (lab course)
	Autonomous Robotics: Action, Perception and Cognition
	Machine Learning: Unsupervised Methods
	Machine Learning: Supervised Methods
	Machine Learning: Evolutionary Algorithms
	Introduction to Deep Learning for Computer Vision (lab course)
	Introduction to Perception
	The Neural Basis of Vision (seminar)
	Computational Cognitive Modeling (seminar)
	Deep Learning Computer Vision

aus dem Angebot des **ICAMS**:

<b>Nebenfach:</b>	<b>Module</b>
Materialwissenschaften	Elements of Microstructure
	Assessment and Description of Materials Properties
	Materials Processing
	Atomistic Simulation Methods
	Advanced Atomistic Simulation Methods
	Interfaces and Surfaces
	Application and Implementation of Electronic Structure Methods
	Phase Field Theory and Application
	Phase Field Theory II
	Programming Concepts in Materials Science
	Quantum Mechanics in Materials Science
	Microstructure and Mechanical Properties
	Continuum Methods in Materials Science
	The Calphad Method
	Multiscale Modeling in Materials Science
	Numerical Simulation of Fracture of Materials
	Lattice Boltzmann Modelling: From Simple Flows to Interface Driven Phenomena
	Modelling of Metal Plasticity in Finite Element Analysis
	Solidification Processing
	Stochastische Prozesse



<b>Computational Physics I</b>					
<b>Modul 6a</b>	<b>Credits</b> 3 CP	<b>Workload</b> 90 h	<b>Semester</b> ab 1. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Computational Physics I b) Übung zu Computational Physics I			<b>Kontaktzeit</b> a) 22 h b) 11 h	<b>Selbststudium</b> 57 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) unbegrenzt b) 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>• haben Studierende ein Grundverständnis über grundlegende numerische Methoden und Verfahren zur Behandlung physikalischer Fragestellungen</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten der konkreten Implementation und Verifikation bewusst</li> <li>• sind mit der Anwendung auf physikalische Modellprobleme vertraut</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Numerisches Differenzieren und Integrieren, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, lineare Gleichungssysteme, FFT, Monte-Carlo Methoden, Praktische Übungen mit Matlab, Python oder Julia					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, 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.					
<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.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Schlüsselkompetenzen					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Grauer					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Computational Physics II</b>					
<b>Modul 6b</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	3 CP	90 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Computational Physics II b) Übung zu Computational Physics II			a) 22 h b) 11 h	57 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse aus Computational Physics I 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 fortgeschrittene numerische Methoden und Anwendungen in der Physik</li> <li>• sind sich Studierende über die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes numerischer Methoden bewusst</li> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte von Multiskalenmethoden, Stochastische Differentialgleichungen, Monte-Carlo-Methoden</li> <li>• sind mit Möglichkeiten der Parallelisierung vertraut</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiskalenmethoden: FFT, Multigrid, Wavelets, Barnes-Hut, Fast Multipole Method, Particle in Cell Methoden (Boris-Push)</li> <li>- Stochastische Differentialgleichungen, Monte-Carlo-Methoden, Metropolis Algorithmus, Ising Modell</li> <li>- Parallelisierung: MPI, CUDA</li> <li>- Finite Volumen, Discontinues Galerkin</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, 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.					
<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.					
<b>Verwendung des Moduls</b> Schlüsselkompetenzen					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Grauer					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Scientific English</b>					
<b>Modul 6c</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	5 CP	120 h	ab 1. Sem.	WiSe & SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Seminar Englisch für Studierende der Physik und Astronomie und anderer Fachbereiche (ab Niveau B1/B2) b) Online-Übung			a) 22 h	98 h	Studierende a) 30 b) unbegrenzt
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> Nachweis der Spracheignung durch einen Eingangstest (siehe <a href="http://www.zfa.rub.de">www.zfa.rub.de</a> )					
<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>• können die Studierenden sich selbst, ihr Studium und ihre Interessen prägnant und verständlich vorstellen</li> <li>• können die Studierenden wichtige Informationen aus Fachtexten herausfiltern, indem sie bestimmte Lesetechniken einsetzen. Sie können derart extrahierte Zitate und Beweisführungen für die Verteidigung des eigenen Standpunktes nutzen</li> <li>• können die Studierenden Funktion und Form verschiedener Textsorten erarbeiten und dieses Wissen in selbstproduzierten Texten kompetent anwenden</li> <li>• können die Studierenden sowohl wesentliche als auch Detailinformationen aus Hör- und Lesetexten verstehen und diese anderen klar, präzise und prägnant vermitteln, sowohl mündlich als schriftlich</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, ein Thema ihres Interesses für Nicht-Experten (Laien) in einem Vortrag zugänglich zu machen und dazu Fragen zu beantworten</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, in einer Diskussion über Fachthemen und Themen von eigenem Interesse persönliche Standpunkte und Meinungen zu äußern und zu erfragen, Argumente und Gegenargumente zu formulieren sowie Vor- und Nachteile aufzuzeigen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Der Kurs ist unterteilt in eine Präsenzphase (2std.) und eine Onlinephase (frei ein teilbare Übungszeiten). Der Schwerpunkt im Präsenzkurs liegt auf der kommunikativen Sprachanwendung der Rezeption, Produktion, Interaktion und Mediation, sowohl in geschriebener als auch gesprochener Form. Dabei werden verschiedene Lesestrategien vermittelt und angewandt und es wird mit authentischen Hör- und Sehtexten auf Moodle gearbeitet. Weiterhin wird der spezifische Wortschatz im Bereich der Physik und Astronomie trainiert. Blended Learning: Der Kurs wird durch ein spezifisches E-Learning-Angebot begleitet, welches integrativer Bestandteil des Kurses ist. Er besteht demnach aus zwei Teilen:					
1. Präsenzkurs.					
2. Moodlekurs im Blended-Learning-Format, in dem mithilfe der bereitgestellten Materialien 4-5 unterschiedlichen Textsorten geschrieben und anhand des individuellen Feedbacks überarbeitet werden.					
<b>Lehrformen:</b> Seminar, praktische Übung					
<b>Prüfungsformen:</b> Präsentation, Schreibportfolio, Hör-Diskussionstest von ca. 30 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> aktive Teilnahme an den Seminaren (>75%), Bestehen der Prüfungsleistung					
<b>Verwendung des Moduls</b> Schlüsselkompetenzen					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Mariano					
<b>Sonstige Informationen</b> Dieses Modul wird vom Zentrum für Fremdsprachenausbildung ( <a href="http://www.zfa.rub.de">www.zfa.rub.de</a> ) angeboten.					

<b>The Science of Interstellar</b>					
<b>Modul 6d</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	5 CP	150 h	ab 1.	SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Seminar b) Projektseminar (Summer School)			a) 9 h b) 56 h	a) 85 h	Studierende a) 20 - 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> keine					
<b>Vorbereitung:</b> Teilnahme an Einführungsveranstaltungen im Rahmen des Moduls					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende gelernt ihre Ergebnisse einem fachfremden Publikum zu präsentieren und in einer interdisziplinären Gruppe zu arbeiten</li> <li>• sind Studierende mit den Formalitäten und Abläufen einer wissenschaftlichen Tagung vertraut</li> <li>• können Studierende mit fachfremder englischer Literatur umgehen</li> <li>• sind Studierende mit den grundlegenden Konzepten der Allgemeinen Relativitätstheorie vertraut</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<p>Der Science-Fiction Film "Interstellar" beruht u.a. dank der beratenden Tätigkeit von Nobelpreisträger Kip Thorne auf vielen wissenschaftlichen Fakten. Gesammelt finden sich die wissenschaftlichen Hintergründe im Buch "The Science of Interstellar", geschrieben von Thorne.</p> <p>Nach Einführungsveranstaltungen zur Entstehung des Universums, Gesetzen des Universums und der Allgemeinen Relativitätstheorie arbeiten Studierende selbstständig in interdisziplinären Arbeitsgruppen an Forschungsfragen in Anlehnung an den Film: "Wie realistisch ist die Darstellung von Gargantua?", "Welche klimatischen Veränderungen können zu einem Zukunftsszenario wie in "Interstellar" führen?", "Sind Exoplaneten mit ähnlichen Eigenschaften bekannt?", "Welche Eigenschaften haben 'habitable' Planeten?", "Wie würde ein Raumschiff gebaut werden, das einer Reise durch ein Wurmloch standhalten soll?", "Wie kann man Nachrichten in die Vergangenheit schicken und welche Konsequenzen hätte das?".</p> <p>Am Ende der Summer School findet eine dreitägige Tagung statt, auf der Studierende ihre Ergebnisse vorstellen. Zuvor reichen sie Abstracts für Kurzvorträge und Poster ein; im Peer-Review werden die Abstracts gegenseitig referiert und diskutiert. So können Studierende Vorbereitung und Abläufe einer wissenschaftlichen Tagung kennenlernen. Während der Tagung halten eingeladene Experten/innen und Dozenten/innen der RUB Plenarvorträge, welche die Brücke von aktueller Forschung zum Film bilden.</p>					
<b>Lehrformen</b> Seminar, Projektseminar					
<b>Prüfungsformen</b> Präsentation					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Aktive Teilnahme an der Summer School und den zugehörigen Einführungsveranstaltungen (>75 %) Einreichung des Abstracts, Bestehen der Prüfungsleistung					
<b>Verwendung des Moduls</b> Schlüsselkompetenzen					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtung mit CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Sophie Aerdker, PD Dr. Horst Fichtner					
<b>Sonstige Informationen</b>					

### Liste weiterer Schlüsselkompetenzmodule

In begründeten Ausnahmefällen können auch Module, die nicht in diesem Modulhandbuch stehen, anerkannt werden. Dazu ist ein begründeter Antrag an die Studienfachberaterin (Dr. Ivonne Möller) zu stellen.

### **Hinweis zu Programmiersprachen :**

Alle Module, die eine Programmiersprache (C, C++, Python, Java, PHP oder Modula) vertiefen, können aus dem Angebot der RUB gewählt werden (z.B. das Modul "Informatik I" zu der Programmiersprache C++). Prinzipiell nicht im M.Sc. Physik anrechenbar sind Module, die nur eine grundlegende Einführung in das Verständnis von Programmier-Techniken darstellen.

aus dem Angebot des **RUBION**:

<b>Modul:</b>	<b>Workload/ Credits</b>	<b>Semester:</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	<b>Dauer:</b>
Strahlenschutzkurs im Radionuklidlabor	150 h/5 CP		s. RUBION	Blockkurs

aus dem Angebot des **Schreibzentrums**:

<b>Modul:</b>	<b>Workload/ Credits</b>	<b>Semester:</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	<b>Dauer:</b>
Intensivmodul Abschlussarbeiten in den Natur- und Ingenieurwissenschaften A oder B	5 CP		s. SCHREIBZENTRUM	1 Semester

aus dem Angebot des **Instituts für Arbeitswissenschaft**:

<b>Modul:</b>	<b>Workload/ Credits</b>	<b>Semester:</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	<b>Dauer:</b>
Unsicherheitserfahrung und Bewältigungsstrategien im unternehmerischen Kontext	5 CP		s. <a href="http://www.apf.rub.de/apf/forschung/projekte/institutes0417-0920.html">http://www.apf.rub.de/apf/forschung/projekte/institutes0417-0920.html</a>	1 Semester

Aus dem Angebot der Fakultät für **Wirtschaftswissenschaften**:

**Module (Schlüsselkompetenzen) aus den Wirtschaftswissenschaften**

Corporate Finance I: Finanzierung & Investition

Corporate Finance II: Finanzielles Risikomanagement

Corporate Finance III: Kapitalmarkttheorie

Start-Up I: Grundlagen der Existenzgründung

Start-Up II: Coaching-Workshop für Existenzgründer

Start-Up III: Grundlagen der Businessplanerstellung

<b>Projektleitung</b>					
<b>Modul 7</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	5 CP	150 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Seminar Project Management b) praktische Übung Project Management			a) 50 h b) 50 h	50 h	Studierende a) 30 b) 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>• sind Studierende mit den Grundlagen des Projektmanagements vertraut</li> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis für das Leiten eines Teams</li> <li>• die Studierenden können ein wissenschaftliches Projekt planen und dessen Durchführung anzuleiten</li> <li>• können Studierenden sich an zeitliche und formale Rahmenbedingungen halten</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
a) Die Seminartermine dienen auf der einen Seite der Vermittlung der grundlegenden methodischen Fähigkeiten zur Projekt- und Teamleitung. Auf der anderen Seite werden Ergebnisse aus den praktischen Übungen diskutiert und Probleme analysiert. Im Vordergrund stehen der Austausch untereinander und das Feedback durch den Modulbeauftragten. Es werden Leitungsprotokolle und Sachstandsberichte erstellt.					
b) In den praktischen Übungen haben die Teilnehmer/-innen Gelegenheit, das erworbene Wissen an einer Gruppe von Bachelor-Studierenden anzuwenden und diese bei der Durchführung eines SOWAS-Projekts anzuleiten. Von der Erstellung der Exposés bis zu der abschließenden Posterpräsentation unterstützen die Teilnehmer/-innen dieses Moduls die SOWAS-Studierenden fachlich und überfachlich.					
<b>Lehrformen</b> Seminar, praktische Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Referat, aktive Teilnahme					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Aktive Teilnahme am Seminar (>75 %), aktive Teilnahme an der praktischen Übung (> 75 %)					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dozenten/-innen der Fakultät					
<b>Sonstige Informationen</b> Alternativ kann dieses Modul auf begründeten Antrag durch das Modul „Schlüsselkompetenzen zur Projektbearbeitung und Selbstorganisation“, welches über das Schreibzentrum der RUB an- geboten wird, ersetzt werden. Weitere Informationen: <a href="http://www.sz.rub.de/angebote/studierende/seminare/sps.html">www. http://www.sz.rub.de/angebote/studierende/seminare/sps.html</a>					

<b>Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)</b>					
<b>Modul 8</b>	<b>Credits</b> 15 CP	<b>Workload</b> 450 h	<b>Semester</b> 3. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) praktische Übung b) Seminar			<b>Kontaktzeit</b> a) 320 h b) 30 h	<b>Selbststudium</b> 100 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) 30 b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> Zulassung zur Masterarbeit ist erfolgt, d.h. Studienleistungen im Umfang von mind. 50 CP müssen nachgewiesen werden (darunter ein Wahlpflichtmodul aus der Experimentalphysik (9 CP), ein vertiefendes Modul aus der Theoretischen Physik (6 CP), das Schwerpunktmodul (15-25 CP) und das Pflichtmodul „Projektleitung“ (5 CP)). Falls die Arbeit im Nebenfach angefertigt werden soll, müssen mind. 15 CP aus dem Nebenfach nachgewiesen werden. <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 die Studierenden mit den Experimentiergeräten, theoretischen Modelle bzw. Computer-codes aus ihrem Fachgebiet umgehend vertraut</li> <li>• haben Studierende ein vertieftes Verständnis über die wissenschaftlichen Fragestellungen in dem gewählten Schwerpunkt</li> <li>• sind Studierende mit den wichtigsten Konzepten des Zeitmanagements und der Projektarbeit vertraut</li> <li>• können die Studierenden die anstehende Masterarbeit zeitlich und inhaltlich planen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> a) In den praktischen Übungen werden die benötigten konkreten Arbeitsmethoden der Gruppe erlernt. Nach einer intensiven Einarbeitungsphase haben die Studierenden die Möglichkeit, sich an der Konkretisierung ihres Themas für die Masterarbeit einzubringen. Zusätzlich wird ein Zeitplan für die Durchführung der Masterarbeit erstellt und die Umsetzbarkeit überprüft. b) Das Seminar dient der Erarbeitung eines konkreten Themas für die Masterarbeit. Zu Beginn des Seminars werden verschiedene Themen von den Betreuern/-innen ausgegeben. Innerhalb der Seminarreihe werden einzelne Themen erarbeitet.					
<b>Lehrformen</b> praktische Übung, Seminar					
<b>Prüfungsformen</b> Vortrag					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> aktive Teilnahme an den praktischen Übungen, Einzelvortrag					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie. Auf Antrag können ggf. weitere Prüfer zugelassen werden.					
<b>Sonstige Informationen</b> Das Modul gehört inhaltlich und fachlich zum Modul „Master-Arbeit“. Beide Module werden bei dem gleichen Lehrenden absolviert. Mit der Zulassung zur Master-Arbeit beginnt die Vorbereitungszeit von 3 Monaten, die das Modul „Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)“ umfasst. Am Ende der Vorbereitungszeit muss der Modulschein zusammen mit einem Themenvorschlag im Prüfungsamt eingereicht werden.					



<b>Projektseminar zur Masterarbeit</b>					
<b>Modul 9</b>	<b>Credits</b> 15 CP	<b>Workload</b> 450 h	<b>Semester</b> 3. & 4. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Seminar A b) Seminar B			<b>Kontaktzeit</b> a) 100 h b) 30 h	<b>Selbststudium</b> 320 h	<b>Gruppengröße</b> Studierende a) 30 b) 30
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> Nachweis über Abschluss des Moduls „Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)“ <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>• können die Studierenden den aktuellen Stand ihres Projekts „Masterarbeit“ dokumentieren (auf wöchentlicher und monatlicher Skala)</li> <li>• können Studierende Erfolge, Probleme und Schwierigkeiten analysieren und Vorschläge für den nächsten Projektschritt erarbeiten</li> <li>• haben Studierende ein Grundverständnis über das sachgerechte Vermitteln von Fachinhalten (schriftlich und mündlich)</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> a) Das Seminar A findet wöchentlich statt, auch in der vorlesungsfreien Zeit. Jede/r Studierende berichtet zuerst über die Ergebnisse der vergangenen Woche und analysiert die Fortschritte und Schwierigkeiten. Das Ergebnis dieser Analyse soll Ausgangspunkt für die weitere Planung sein. Die Erläuterungen bzw. Argumentationen können mit Hilfe von Graphen oder einer Präsentation unterstützt werden. Die Gruppe diskutiert die zeitliche und inhaltliche Umsetzbarkeit mit dem Ziel, möglichst effektiv die nächsten Arbeitsschritte zu gestalten. b) Im Seminar B wird das Projekt „Masterarbeit“ in der jeweiligen Arbeitsgruppe vorgestellt. Der Vortrag kann entweder in der Mitte der Masterarbeit als „Zwischenbericht“ oder am Ende als „Abschlussbericht“ gehalten werden. Die einzelnen Projektphasen sowie die zeitliche Planung und Umsetzung stehen neben den inhaltlichen Schwerpunkten im Vordergrund.					
<b>Lehrformen</b> Seminar					
<b>Prüfungsformen</b> Vortrag					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> aktive Teilnahme an den praktischen Übungen, Einzelvortrag					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<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. Auf Antrag können ggf. weitere Prüfer zugelassen werden.					
<b>Sonstige Informationen</b> Dieses Modul wird zeitgleich zum Modul „Masterarbeit“ belegt und bei dem gleichen Lehrenden absolviert. Der Modulschein wird zusammen mit der Arbeit im Prüfungsamt eingereicht.					

<b>Masterarbeit</b>					
<b>Modul 10</b>	<b>Credits</b> 30 CP	<b>Workload</b> 900 h	<b>Semester</b> 3. & 4. Sem.	<b>Turnus</b> WiSe & SoSe	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Abschlussarbeit			<b>Kontaktzeit</b> 720 h	<b>Selbststudium</b> 180 h	<b>Gruppengröße</b> 1
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> Nachweis über Abschluss des Moduls „Methodenkenntnis und Projektplanung (M.Sc.)“ <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>• haben Studierende ein vertieftes Verständnis über wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen</li> <li>• können Studierende innerhalb einer vorgegebenen Frist mit wissenschaftlichen Methoden physikalische Fragestellungen analysieren und definierte Probleme lösen</li> <li>• sind sich Studierende über die Anforderungen einer sachgerechten, schriftlichen Darstellung anspruchsvoller und neuartiger wissenschaftlicher Ergebnisse bewusst</li> <li>• kennen Studierende die wichtigsten Konzepte der selbstständigen Arbeitsorganisation</li> <li>• sind Studierende mit der adäquaten Literaturrecherche, Zitation von Quellen und den Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis bestens vertraut</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> Selbstständiger Aufbau eines Experiments bzw. eines theoretischen Modells, eigenständige Planung und Durchführung der Experimente bzw. der Rechnungen/Simulationen, Analyse der Ergebnisse, Optimierung der Prozesse, Dokumentation der Verfahrensschritte Thema und Aufgabe sind so zu formulieren, dass sie innerhalb von 9 Monaten mit einem Arbeitsaufwand im Umfang von 30 CP bearbeitet werden können.					
<b>Lehrformen</b>					
<b>Prüfungsformen</b> Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Prüfungsleistung					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul					
<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. Auf Antrag können ggf. weitere Prüfer zugelassen werden.					
<b>Sonstige Informationen</b> Die Masterarbeit muss in dem gewählten physikalischen Schwerpunkt angefertigt werden, in dem das Schwerpunktmodul absolviert wurde. Zusätzlich ist auf Antrag die Anfertigung in einem Nebenfach möglich.					