



Wintersemester 23/24

# Modulhandbuch

für das Studium

**Physik**

**Bachelor of Science**

gültig in Verbindung mit der Prüfungsordnung BPO vom 05.02.2020

Erzeugt am: 02. Oktober 2023



Studienverlaufsplan B.Sc. Physik als "Vollfach" (BPO2020)

Sem.	Pflichtbereich 147 CP						Bachelorarbeit, 15 CP	Wahlbereich, 18 CP		Σ 180 CP
	EP1a Experimentalphysik 1 (Mechanik), 6 CP	GP1 Grundpraktikum 1 (Mechanik), 3 CP	TP1a Theoretische Physik 1 (Mathematische Grundlagen), 6 CP	HM1a Höhere Mathematik 1, 9 CP	GWA Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens, 3 CP	Fachergänzende Studien, 3 CP		Physikalisches Wahlfach, 9 CP	Fachergänzende Studien, 9 CP	
1.	EP2a Experimentalphysik 2 (Elektrodynamik und Optik), 9 CP	GP2 Grundpraktikum 2 (Elektrodynamik und Optik), 3 CP	TP2a Theoretische Physik 2 (Mechanik), 9 CP	HM2a Höhere Mathematik 2, 9 CP	CaW Computer als Werkzeug, 3 CP				30	
2.	EP3a Experimentalphysik 3 (Atom- und Quantenphysik), 6 CP	GP3 Grundpraktikum 3 (Atom- und Quantenphysik), 3 CP	TP3a Theoretische Physik 3 (Elektrodynamik), 9 CP	HM3a Höhere Mathematik 3, 9 CP	ALC-1 Allgemeine Chemie, 6 CP				33	
3.	EP4a Experimentalphysik 4 (Thermodynamik und Weiche Materie), 6 CP	GP4 Grundpraktikum 4 (Thermodynamik), 3 CP	TP4a Theoretische Physik 4 (Quantenmecha- nik), 9 CP	HM4a Höhere Mathematik 4, 3 CP	FFT Fremdsprachliche Fachtexte, 3 CP			Fachergänzende Studien, 3 CP	27	
4.	EP5a Experimentalphysik 5 (Kondensierte Materie), 9 CP	FP1a Fortgeschrittenen praktikum 1, 3 CP	TP5a Theoretische Physik 5 (Statistische Physik), 6 CP		BP Berufsperspektiven, 6 CP		Modul gemäß Anlage 2.3 (Physikalisches Wahlfach), 9 CP		33	
5.	EP6 Experimentalphysik 6 (Kern- und Elementarteilchen- physik), 3 CP	FP2a Fortgeschrittenen praktikum 2, 3 CP				ABBA Modul Bachelor- arbeit, 15 CP		Fachergänzende Studien, 3 CP	24	

CP = Credit Points, Sem. = Semester

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1) Pflichtbereich (144 CP)

(ohne das Modul Bachelorarbeit)

Es müssen Module im Umfang von 144 CP erfolgreich absolviert werden.

01-PHY-BA-EP1a: Experimentalphysik 1 (Mechanik) (6 CP).....	4
01-PHY-BA-EP2a: Experimentalphysik 2 (Elektrodynamik und Optik).....	7
01-PHY-BA-EP3a: Experimentalphysik 3 (Atom- und Quantenphysik).....	10
01-PHY-BA-EP4a: Experimentalphysik 4 (Thermodynamik und Weiche Materie) (6 CP).....	15
01-PHY-BA-EP5a: Experimentalphysik 5 (Kondensierte Materie) (9 CP).....	18
01-PHY-BA-EP6: Experimental-Physik 6 (Kern- & Elementarteilchenphysik) (3 CP).....	21
01-PHY-BA-GP1: Grundpraktikum 1 (Mechanik) (3 CP).....	23
01-PHY-BA-GP2: Grundpraktikum 2 (Elektrodynamik und Optik) (3 CP).....	26
01-PHY-BA-GP3: Grundpraktikum 3 (Atom und Quantenphysik) (3 CP).....	28
01-PHY-BA-GP4: Grundpraktikum 4 (Thermodynamik) (3 CP).....	30
01-PHY-BA-FP1a: Fortgeschrittenenpraktikum 1 (3 CP).....	32
01-PHY-BA-FP2a: Fortgeschrittenenpraktikum 2 (3 CP).....	34
01-PHY-BA-TP1a: Theoretische Physik 1 (Mathematische Grundlagen) (6 CP).....	36
01-PHY-BA-TP2a: Theoretische Physik 2 (Mechanik) (9 CP).....	39
01-PHY-BA-TP3a: Theoretische Physik 3 (Elektrodynamik) (9 CP).....	41
01-PHY-BA-TP4a: Theoretische Physik 4 (Quantenmechanik) (9 CP).....	43
01-PHY-BA-TP5a: Theoretische Physik 5 (Statistische Physik) (6 CP).....	45
03-MAT-BA-HM1: Höhere Mathematik 1 (9 CP).....	48
03-MAT-BA-HM2: Höhere Mathematik 2 (9 CP).....	51
03-MAT-BA-HM3: Höhere Mathematik 3 (9 CP).....	54
03-MAT-BA-HM4: Höhere Mathematik 4 (3 CP).....	57
01-PHY-BA-GWA: Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens (3 CP).....	59
01-PHY-BA-CaW: Computer als Werkzeug (3 CP).....	61
02-CHE-BA-ALC-1: Allgemeine Chemie (6 CP).....	63
01-PHY-BA-FFT: Fremdsprachliche Fachtexte (3 CP).....	67
01-PHY-BA-BP: Berufsperspektiven (6 CP).....	69

---

**2) Wahlbereich (18 CP)**

Im Wahlbereich werden Module des Bereichs "Physikalisches Wahlfach" im Umfang von 9 CP absolviert sowie 9 CP aus den Fachergänzenden Studien.

01-PHY-BA-BPhy: Biophysik (9 CP).....71

01-PHY-BA-FPhy: Festkörperphysik (9 CP)..... 73

01-PHY-BA-TPhy: Theoretische Physik (Wahlmodul) (9 CP)..... 76

01-PHY-BA-UPhy: Umweltphysik (9 CP).....78

**3) Bachelorarbeit (15 CP)**

01-PHY-BA-ABBA: Bachelorarbeit (inkl. Kolloquium) (15 CP)..... 80

---

**Modul 01-PHY-BA-EP1a: Experimentalphysik 1 (Mechanik)**

## Experimental Physics 1

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Wissensstand mind. gemäß guten Leistungen in den Grundkursen Physik und Mathematik. Ein mathematischer Vorkurs, der ggf. diese elementare Schulmathematik der gymnasialen Oberstufe studienvorbereitend aufarbeitet, wird empfohlen.

**Lerninhalte:**

Das Modul führt in ein wichtiges Gebiet der klassischen Physik ein und ist inhaltlich sowie über die Einübung des physikalischen Denkens und Arbeitens Grundlage des gesamten weiteren Studiums.

- Mechanik des Massenpunktes
- Rotation, Kreisel
- Erhaltungssätze der Mechanik
- Schwingungen und Wellen
- Bezugssystem, Inertialsystem, Scheinkräfte
- Mechanik der Kontinua
- Ausblick: Relativitätstheorie

## Literatur zum Modul:

- Demtröder Experimentalphysik I
- Tipler Experimentalphysik
- Bergmann/Schäfer Mechanik

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse in der Mechanik und kennen fundamentale Konzepte über zum Beispiel Erhaltungssätze oder Schwingungen. Ihre Kenntnisse können sie bei der Lösung physikalischer Probleme anwenden. Die Studierenden können wichtige Phänomene der Mechanik sprachlich und mathematisch beschreiben und einfache Experimente dazu angeben bzw. entwickeln. Ferner sind sie in der Lage, die erworbenen Kenntnisse auf konkrete Problemstellungen anzuwenden und entsprechende Rechnungen durchzuführen.

In den Übungen stellen die Studierenden ihre eigenen Lösungen und Lösungsansätze den Kommilitoninnen und Kommilitonen vor und diskutieren mit den Tutoren die Lösungen. Als Schlüsselqualifikation werden das Arbeiten in Kleingruppen sowie die Präsentation der eigenen Ergebnisse vermittelt.

**Workloadberechnung:**

78 h Vor- und Nachbereitung

70 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

32 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer.nat. Justus Notholt

<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 20/21 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 6 / 180 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Experimentalphysik 1	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Bearbeitung von Übungsaufgaben und Fachgespräch. Für das Bestehen werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Experimentalphysik 1 (Mechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 3 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Experimentalphysik 1
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Experimentalphysik 1 (Mechanik) (Vorlesung)</b>	

<b>Lehrveranstaltung:</b> Übungen zur Experimentalphysik 1 (Mechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
Übungen zu Experimentalphysik 1 (Mechanik) (Übung)	
Übungen zu Experimentalphysik 1 (Mechanik) (ZF) (Übung) 2 SWS, Termin nach Vereinbarung	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Ergänzungen zum Grundkurs Experimentalphysik 1 (Mechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
Ergänzung zum Grundkurs Experimentalphysik 1 (Vorlesung)	

## Modul 01-PHY-BA-EP2a: Experimentalphysik 2 (Elektrodynamik und Optik)

### Experimental Physics 2 (Electrodynamics and Optics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**
**Elektrostatik:**

- Coulomb-Gesetz, Elektrisches Feld, Arbeit und Potential
- Gaußscher Satz, Poisson-Gleichung, Dipol, Energie des elektrischen Feldes
- Leiter und Isolator im elektrischen Feld, Polarisation

**Elektrische Leitung:**

- Strom und Ohmsches Gesetz, Ionenleitung, Leistung
- Kirchhoff-Regeln, Messung von Strom und Spannung
- Stromquellen

**Magnetostatik:**

- Lorentz-Kraft, Kraft auf stromdurchflossenen Leiter, Halleffekt
- Feld eines geraden Leiters, Quellenfreiheit, Ampere-Gesetz, Vektorpotential
- Bio-Savart-Gesetz, Magnetisierung, Para- und Ferromagnetismus

**Elektrodynamik:**

- Faraday-Gesetz, Lenz'sche Regel, Induktion
- Ein- und Ausschaltvorgänge bei Spulen, Energie des Magnetfelds
- Wechselstrom, Komplexe Widerstände, Schwingung, Filter
- Induktionsgesetz von Maxwell, Ampere-Maxwell-Gesetz
- Elektromagnetische Wellen, Wellengleichung, Energietransport

**Optik:**

- Polarisation von Licht, elektromagnetische Wellen in Materie
- Reflexion und Brechung, Fresnel'sche Formeln,
- Geometrische Optik: Abbildung und Instrumente
- Wellenoptik: Interferenz, Doppelspaltversuch, Kohärenz, Interferometrie
- Fourier-Optik: Rechnen mit Fourier-Transformation, Beugung am Einfach- und Doppelspalt, Beugung am Gitter, Linse als Fourier-Transformator, Auflösung optischer Instrumente, Fresnel-Beugung

**Literatur zum Modul:**

- Demtröder Experimentalphysik II
- Dransfeld/Kienle Physik II (Elektrodynamik)
- P. A. Tipler, Gene Mosca Physik
- Douglas C. Giancoly Physik
- Halliday, Resnick, Walker, Physik
- David Griffith Elektrodynamik-Eine Einführung
- E. Hecht Optik
- Jose-Philippe Perez Optik

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierenden können die grundlegenden physikalischen Gesetze auf den Gebieten der Elektrostatik, Magnetostatik und Elektrodynamik erklären. Sie kennen den Aufbau der zugehörigen Experimente, können die experimentellen Befunde beschreiben und mit der mathematischen Formulierung der Gesetze verbinden. Sie kennen die Zusammenhänge zwischen den Maxwell'schen Gesetzen und der Ausbreitung, Reflexion und Brechung von elektromagnetischen Wellen. Sie sind mit dem Aufbau grundlegender optischer Instrumente vertraut und können Experimente zur Beugung und Interferenz von Licht mit Methoden der Wellen- und Fourieroptik mathematisch beschreiben. Durch das Bearbeiten von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen erlangen sie die Schlüsselkompetenz, physikalische Problemstellungen im Team zu analysieren, zu lösen, und die Lösung gut nachvollziehbar schriftlich zu formulieren.

**Workloadberechnung:**

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 28 h Prüfungsvorbereitung  
 158 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. Andreas Rosenauer
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 20/21 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Experimentalphysik 2	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Bearbeitung von Übungsaufgaben und Fachgespräch. Für das Bestehen werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Experimentalphysik 2 (Elektrodynamik und Optik)

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

4 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Experimentalphysik 2

**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Experimentalphysik 2 (Elektrodynamik und Optik)

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Studienleistung

**Lehrveranstaltung:** Ergänzungen zur Experimentalphysik 2 (Elektrodynamik und Optik)

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

**Modul 01-PHY-BA-EP3a: Experimentalphysik 3 (Atom- und Quantenphysik)**  
Experimental Physics 3 (Atomic - and Quantum Physics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Anfänge der Quantenmechanik:**

- Experimente zur Einführung der Quantenmechanik
- Schwarzer Strahler, Photoelektrischer Effekt, Compton-Effekt
- Welle-Teilchen-Dualismus, Größe von Atomen, Absorptions- und Emissionsspektren
- Unschärferelation

**Schrödingergleichung:**

- Zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung
- Potentialtopf, Potentialstufe, Tunneleffekt, Harmonischer Oszillator

**Mathematische Grundlagen:**

- Operatoren und Eigenwerte, Korrespondenzprinzip, Erwartungswerte
- Unschärfe und Vertauschungsrelation, Einführung in die Störungsrechnung

**Das H-Atom:**

- Schrödingergleichung, Separation
- Eigenfunktionen und Energieeigenwerte der Drehimpulsoperatoren, Quantenzahlen, Energiewerte, normaler Zeemaneffekt
- Relativistische Korrektur, Spin, Gesamtdrehimpuls, Spin-Bahn Wechselwirkung, anomaler Zeemaneffekt

**Atome mit mehreren Elektronen:**

- He- und He-ähnliche Ionen, Einfluss des Elektronenspins,
- Energieniveaus, Terme, Regeln von Hund, Periodensystem
- Röntgenstrahlen, Feinstruktur der Röntgenspektren

**Moleküle:**

- Kovalente Bindung, H<sub>2</sub>-Molekül
- Rotations- Schwingungs-Spektren

**Statistische Physik:**

- Systeme im thermischen Gleichgewicht, Mikro- und Makrozustände
- Kanonische Verteilung, Zustandssumme
- Quantenmechanische Verteilungsfunktionen
- Elektronen in Metallen (Fermi-Energie)
- Zustandsgleichung des idealen einatomigen Gases, Paramagnetismus (Brillouin-Funktion)

**Literatur zum Modul:**

- Demtröder Experimentalphysik III
- Randy Harris Moderne Physik
- Gernot Münster Quantentheorie
- Tipler, Llewellyn Moderne Physik
- Haken, Wolf Atom- und Quantenphysik

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierenden können historische Experimente, die mit der klassischen Theorie nicht erklärt werden konnten, beschreiben und kennen die zur quantenphysikalischen Beschreibung führenden Ansätze. Sie haben den Zusammenhang zwischen mathematischen Operatoren und den physikalischen Messungen verinnerlicht. Sie kennen insbesondere das Postulat der Schrödingergleichung und deren Lösung für verschiedenen Potentiale. Sie sind vertraut mit dem Spektrum des H-Atoms und dessen Beschreibung unter verschiedenen Näherungen, sowie den Grundlagen von Molekülen und Atomen mit mehreren Elektronen. Sie kennen die Grundlagen der Quantenstatistik und die hieraus abgeleiteten Verteilungsfunktionen für Bosonen, Fermionen und Photonen, sowie deren Anwendung zur Beschreibungen experimenteller Befunde wie der Zustandsgleichung des idealen Gases und der Magnetisierung paramagnetischer Stoffe. Durch das Bearbeiten von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen erlangen sie die Schlüsselkompetenz, physikalische Problemstellungen im Team zu analysieren, zu lösen, und die Lösung gut nachvollziehbar schriftlich zu formulieren.

**Workloadberechnung:**

82 h Vor- und Nachbereitung  
 28 h Prüfungsvorbereitung  
 70 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. Andreas Rosenauer
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 20/21 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Experimentalphysik 3	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Für das Bestehen der Studienleistungen werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Experimentalphysik 3 (Atom- und Quantenphysik)**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

3 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Experimentalphysik 3

**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Experimentalphysik 3 (Atom- und Quantenphysik)**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Studienleistung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Übungen zu Experimentalphysik 3 (Übung)****Lehrveranstaltung:** Ergänzungen zur Experimentalphysik 3 (Atom- und Quantenphysik)**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:****Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

**Ergänzungen zu Experimentalphysik 3 (Vorlesung)**

**Experimentalphysik 3 (Atom- und Quantenphysik) (Vorlesung)**

## Modul 01-PHY-BA-EP4a: Experimentalphysik 4 (Thermodynamik und Weiche Materie)

### Experimental Physics 4 (Thermodynamics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

- Phänomenologische Thermodynamik
- Kinetische Gastheorie
- Ideales und reales Gas
- Hauptsätze der Thermodynamik
- Entropie
- Phasenübergänge
- Fluktuationen
- Weiche Materie
- Diffusion, Viskosität, Hydrodynamik
- Angewandte Thermodynamik (u.a. Energiegewinnung, Physik der Atmosphäre)

**Literatur zum Modul:**

- Demtröder Experimentalphysik I
- Bergmann, Schäfer, Bd. 1
- Stierstadt, Thermodynamik

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten physikalischen Themenbereichen
- Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente
- Kenntnis der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen
- Fähigkeit zur Anwendung und quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme
- Kenntnis und sicherer Umgang mit den mathematischen Begriffen und Methoden
- Anwendung mathematischer Formalismen zur Lösung physikalischer Probleme

**Workloadberechnung:**

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

68 h Vor- und Nachbereitung

28 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Manfred Radmacher

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Experimentalphysik 4

**Prüfungstyp:** Teilprüfung

**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung:** Studienleistung

**Prüfungstyp:** Teilprüfung

**Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Für das Bestehen der Studienleistung werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Experimentalphysik 4 (Thermodynamik und Weiche Materie)

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

4 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Experimentalphysik 4

**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Experimentalphysik 4 (Thermodynamik und Weiche Materie)

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

---

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Studienleistung

**Modul 01-PHY-BA-EP5a: Experimentalphysik 5 (Kondensierte Materie)**

Experimental Physics (Condensed Matter Physics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

**Festkörperphysik**

- Bindung und Struktur von Festkörpern
- Kristallstruktur und Symmetrie
- Reziprokes Gitter, Beugung am Kristallgitter
- Fehlordnung in Kristallen
- Gitterschwingungen
- Thermische Eigenschaften von Festkörpern
- Elektronen im Festkörper: Bänder, Effektive Masse
- Defektelektron (Loch)
- Transportphänomene und elektr. Leitfähigkeit
- Supraleitung
- Dielektrische Eigenschaften von Festkörpern: dielektrische Funktion und optische Konstanten, Dispersion, Polaritonen, optisch angeregte Übergänge

Literatur zum Modul:

- K.H. Hellwege: Einführung in die Festkörperphysik (Springer)
- Groß/Marx: Festkörperphysik (De Gruyter)
- Weißmantel /Hamann: Festkörperphysik (Springer)
- Kittel: Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg)
- Ibach/Lüth: Festkörperphysik (Springer)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten physikalischen Themenbereichen
- Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente
- Kenntnis der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen
- Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger Problemstellungen
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Training des logischen Denkens, Vertiefen des eigenständigen Arbeitens mit Fachliteratur
- Problemlösung in Gruppen, Teamarbeit

**Workloadberechnung:**

28 h Prüfungsvorbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

158 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Martin Eickhoff

<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 20/21 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 9 / 270 Stunden

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung Experimentalphysik 5	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Klausur oder mündliche Prüfung; Studienleistung (notwendig sind 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester).	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Experimentalphysik 5 (Kondensierte Materie)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung Experimentalphysik 5
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Ergänzungen zu Experimentalphysik 5 (Vorlesung)</b>	
<b>Experimentalphysik 5 (Kondensierte Materie) (Vorlesung)</b>	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Übungen zur Experimentalphysik 5 (Kondensierte Materie)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Lehrform(en):</b> Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung Experimentalphysik 5
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Übungen zu Experimentalphysik 5 (Übung)	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Ergänzungen zur Experimentalphysik 5 (Kondensierte Materie)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b>

## Modul 01-PHY-BA-EP6: Experimental-Physik 6 (Kern- & Elementarteilchenphysik)

### Experimental Physics 6 (Cores and Elementary Particles)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Kernphysik**

- Experimentelle Methoden, Detektoren
- Kernmodelle
- Kernzerfälle
- Kernspaltung und Kernfusion
- Technische und medizinische Anwendungen
- Strahlenschutz
- Kernphysik in den Sternen

**Elementarteilchenphysik**

- Teilchenbeschleuniger
- Klassifizierung der Elementarteilchen
- Fundamentale Wechselwirkungen, Standardmodell
- Aktuelle Experimente

**Kosmologie**

Literatur zum Modul:

- Bleck-Neuhaus "Elementare Teilchen"
- Demtröder "Experimentalphysik" Bd. 4

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sicheres und strukturiertes Wissen über grundlegende kernphysikalische Fragestellungen und Schlüsselexperimente
- Sicheres und strukturiertes Wissen über Grundlagen des Standardmodells der Elementarteilchenphysik, Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente
- Fähigkeit zur qualitativen Behandlung

**Workloadberechnung:**

34 h Vor- und Nachbereitung

28 h Prüfungsvorbereitung

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Matthias Günther

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 11/12 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Experimentalphysik 6 (Kerne und Elementarteilchen)	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-BA-GP1: Grundpraktikum 1 (Mechanik)**

## Introductory Laboratory Course 1 (Mechanics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Achtung: Im Physikalischen Praktikum darf nur arbeiten bzw. studieren, wer die verpflichtende Sicherheitsveranstaltung mit Brandschutzübung besucht hat.

**Lerninhalte:**

- Grundlegende Experimente aus der Mechanik (z.B. Pendel, lineare Bewegung, Rotationsbewegung, Schwingungen und Wellen)
- Erlernen des Umgangs mit Messunsicherheiten, Berechnung der kombinierten Messunsicherheiten

## Literatur zum Modul:

- Praktikumsskripte (online verfügbar)
- Skript zur Fehlerrechnung (online verfügbar)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse von den Messtechniken physikalischer Größen und der Überprüfung physikalischer Gesetzmäßigkeiten auf dem Gebiet der Mechanik.

Die Studierenden lernen das Wissen aus der Vorlesung selbstständig zu vertiefen und anzuwenden.

Sie sammeln Erfahrungen im selbsttätigen Experimentieren. Die Datenerfassung und Auswertung, die Berücksichtigung von Fehlerquellen und das Überwinden praktischer Schwierigkeiten ist eine weitere Komponente des Erlernten.

Sie erlernen den Umgang mit Messunsicherheiten bei schrittweise steigendem Anforderungsniveau sowie das Schreiben von Messprotokollen und Berichten.

Sie werden mit den Labor- und Sicherheitsbestimmungen vertraut gemacht.

**Workloadberechnung:**

30 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

55 h Vor- und Nachbereitung

5 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Kathrin Sebald

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Brandschutzübung GP1 Grundpraktikum 1 (Mechanik)	
<b>Prüfungstyp:</b> Kombinationsprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / - / 1	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Prüfungsvorleistung: Teilnahme an der Sicherheitsschulung mit Brandschutzübung	

<b>Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung GP1 Grundpraktikum 1 (Mechanik)	
<b>Prüfungstyp:</b> Kombinationsprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Erfolgreiche Durchführung von 10 Versuchen mit Versuchsbericht (mind. 70% der erreichbaren Punkte müssen erzielt sein) sowie ein erfolgreich durchgeführter und dokumentierter Prüfungsversuch.	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Grundpraktikum 1 (Mechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 3 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Praktikum	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung GP1 Grundpraktikum 1 (Mechanik)
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
Einführung in das Praktikum (Vorlesung)	
Grundpraktikum 1 VF (Praktikum)	
Grundpraktikum 1 ZF (Praktikum)	

<b>Lehrveranstaltung:</b> Sicherheitsschulung mit Brandschutzübung	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b>	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Brandschutzübung GP1 Grundpraktikum 1 (Mechanik)

**Modul 01-PHY-BA-GP2: Grundpraktikum 2 (Elektrodynamik und Optik)**

Introductory Laboratory Course 2 (Electrodynamics and Optics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

- Grundlegende Experimente aus der Elektrodynamik (z.B. Kraft und Arbeit im elektrischen Feld, Halleffekt, ...)
- Grundlegende Experimente aus der Optik (z.B. Fraunhoferbeugung, Newtonsche Ringe, dünne und dicke Linsen,...)

## Literatur zum Modul:

- Praktikumsskripte (online verfügbar)
- Skript zur Fehlerrechnung (online verfügbar)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierenden überprüfen die physikalischen Gesetzmäßigkeiten aus den Bereichen der Elektrodynamik und Optik und erwerben Fertigkeiten des experimentellen Arbeitens in diesen Bereichen. Die selbstständige Vertiefung und Anwendung des Wissens aus der Vorlesung wird weiter gestärkt.

Die schriftliche Darstellung und Interpretation der Messergebnisse wird weiter vertieft und die kritische Einschätzung der Ergebnisse gefördert.

**Workloadberechnung:**

4 h Prüfungsvorbereitung

36 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

50 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Kathrin Sebald

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!****Modulprüfungen****Modulprüfung:** Kombinationsprüfung GP2 Grundpraktikum 2 (Elektrodynamik und Optik)**Prüfungstyp:** Kombinationsprüfung**Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 2 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Erfolgreiche Durchführung von 12 Versuchen mit Versuchsbericht (mind. 70% der erreichbaren Punkte müssen erzielt werden) sowie erfolgreich durchgeführter und dokumentierter Prüfungsversuch.

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Grundpraktikum 2 (Elektrodynamik und Optik)

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

3 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Praktikum

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Kombinationsprüfung GP2 Grundpraktikum 2  
(Elektrodynamik und Optik)

**Modul 01-PHY-BA-GP3: Grundpraktikum 3 (Atom und Quantenphysik)**

Introductory Laboratory Course 3 (Atomic- and Quantum Physics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

Grundlegende Experimente aus der Elektrodynamik, Atom- und Quantenphysik (z.B. Wasserstoffspektrum mit Gitterspektrometer, Photoeffekt, Transistor, Schwarzer-Strahler)

Literatur zum Modul

- Praktikumsskripte (online verfügbar)
- Skript zur Fehlerrechnung (online verfügbar)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierende vertiefen ihre Kenntnisse der Elektrodynamik und überprüfen Gesetzmäßigkeiten aus der Atom- und Quantenphysik. Neben dem Gewinn an Erfahrung in der Realisierung komplexer Schaltung lernen die Studierenden einige der fundamentalen Versuche der Atom- und Quantenphysik im eigenen Tun kennen. So erlernen die Studierenden grundlegende Messverfahren zur Bestimmung der Eigenschaften von Elementarteilchen, Atomen und Quanten kennen.

Neben der weiteren Vertiefung der schriftlichen Darstellung und physikalischen Interpretation wird die Kommunikations- und Teamfähigkeit gestärkt.

**Workloadberechnung:**

54 h Vor- und Nachbereitung

36 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Kathrin Sebald

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!****Modulprüfungen****Modulprüfung:** Kombinationsprüfung GP3 Grundpraktikum 3 (Atom und Quantenphysik)**Prüfungstyp:** Kombinationsprüfung**Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 2 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Erfolgreiche Durchführung von 12 Versuchen mit Versuchsbericht (mind. 70% der erreichbaren Punkte müssen erzielt werden) sowie erfolgreich durchgeführtes Testatgespräch.

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Grundpraktikum 3 (Atom- und Quantenphysik)

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

3 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Praktikum

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Kombinationsprüfung GP3 Grundpraktikum 3 (Atom und Quantenphysik)

### Zugeordnete Lehrveranstaltungen

**Grundpraktikum 3 VF** (Praktikum)

**Grundpraktikum 3 ZF** (Praktikum)

**Modul 01-PHY-BA-GP4: Grundpraktikum 4 (Thermodynamik)**

## Introductory Laboratory Course 4 (Thermodynamics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Kenntnis des Umgangs mit Messunsicherheiten

**Lerninhalte:**

Grundlegende Experimente aus der Thermodynamik (z.B. Kalorimetrie, Newtonsche Abkühlung, Carnotprozess, Taupunkttemperatur) und Ergänzungen: natürliche Radioaktivität, Operationsverstärker, Dispersionstheorie anhand der Faraday-Rotation.

## Literatur zum Modul:

- Praktikumsskripte (online verfügbar)
- Skript zur Fehlerrechnung (online verfügbar)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen im Bereich der Thermodynamik durch die Durchführung von grundlegenden Experimenten und erweitern ihr experimentelles Geschick durch ergänzende Versuche zur natürlichen Radioaktivität, der Dispersionstheorie anhand der Faraday-Rotation und der Realisierung von Operationsverstärkerschaltungen als fundamentales Beispiel der modernen Schaltungstechnik.

Die eigenständige Versuchsplanung und der Aufbau von Experimenten sowie die selbständige Durchführung werden in diesem Semester gestärkt zur Entwicklung der eigenständigen Forschungsfähigkeit.

**Workloadberechnung:**

54 h Vor- und Nachbereitung

36 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Kathrin Sebald

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Kombinationsprüfung GP4 Grundpraktikum 4 (Thermodynamik)**Prüfungstyp:** Kombinationsprüfung**Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 2 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Erfolgreiche Durchführung von 12 Versuchen mit Versuchsbericht (mind. 70% der erreichbaren Punkte müssen erzielt werden) sowie erfolgreich durchgeführtes Testatgespräch.

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Grundpraktikum 4 (Thermodynamik)

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

3 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Praktikum

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Kombinationsprüfung GP4 Grundpraktikum 4  
(Thermodynamik)

**Modul 01-PHY-BA-FP1a: Fortgeschrittenenpraktikum 1**

Advanced Laboratory Course 1

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Inhaltlich wird auf den Modulen der Experimentalphysik, der experimentellen Praktika GP1 bis GP 4 und der Theoretischen Physik aufgebaut.

**Lerninhalte:**

Ausgewählte Versuche u.a. zu folgenden Themen (Beispiele):

- He-Ne Laser Baukasten
- Diodenlaser
- Akustische Quantenanalgie
- Räumlicher Lichtmodulator und diffraktive Optik
- Rastertunnelmikroskopie
- Michelson-Interferometer
- Transmissions-Elektronen-Mikroskopie
- Ultraschall in Festkörpern
- Modellierung von Booleschen Genregulierungsnetzen
- FTIR
- DOAS
- Gamma-Spektroskopie
- 3D-Druck und Simulation additiver Fertigung

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Vertrautheit mit komplexen Versuchsaufbauten
- Eigenständige Einarbeitung in eine Thematik und deren Untersuchungsmethoden
- Erarbeitung des physikalisch-theoretischen und experimentell-technischen Inhalts von Versuchen (z. B. über Literaturstudium und -recherche)
- Durchführung komplexer Messungen
- Schreiben eines wissenschaftlichen Berichts bzw. Erarbeitung eines Posters

**Workloadberechnung:**

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

62 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Kathrin Sebald

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung	
<b>Prüfungstyp:</b> Kombinationsprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 2 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> 2 Studienleistungen: Erfolgreiche Versuchsdurchführung und bestandener Versuchsbericht auf Deutsch; erfolgreiche Versuchsdurchführung und bestandener Versuchsbericht auf Englisch	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Fortgeschrittenenpraktikum 1	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Praktikum	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Fortgeschrittenenpraktikum 1</b> (Praktikum) Termine nach Vereinbarung	

**Modul 01-PHY-BA-FP2a: Fortgeschrittenenpraktikum 2**

## Advanced Laboratory Course 2

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Inhaltlich wird auf den Modulen der Experimentalphysik, der experimentellen Praktika GP1 bis GP 4 und der Theoretischen Physik aufgebaut.

**Lerninhalte:**

Ausgewählte Versuche u.a. zu folgenden Themen (Beispiele):

- He-Ne Laser Baukasten
- Diodenlaser
- Akustische Quantenanalogue
- Räumlicher Lichtmodulator und diffraktive Optik
- Rastertunnelmikroskopie
- Michelson-Interferometer
- Transmissions-Elektronen-Mikroskopie
- Ultraschall in Festkörpern
- Modellierung von Booleschen Genregulierungsnetzen
- FTIR
- DOAS
- Gamma-Spektroskopie
- 3D-Druck und Simulation additiver Fertigung

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Vertrautheit mit komplexen Versuchsaufbauten
- Eigenständige Einarbeitung in eine Thematik und deren Untersuchungsmethoden
- Erarbeitung des physikalisch-theoretischen und experimentell-technischen Inhalts von Versuchen (z. B. über Literaturstudium und -recherche)
- Durchführung komplexer Messungen
- Schreiben eines wissenschaftlichen Berichts bzw. Erarbeitung eines Posters

**Workloadberechnung:**

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

57 h Vor- und Nachbereitung

5 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Kathrin Sebald

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Kombinationsprüfung

**Prüfungstyp:** Kombinationsprüfung

**Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 3 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

3 Studienleistungen: Erfolgreiche Versuchsdurchführung und bestandener Bericht; erfolgreiche Versuchsdurchführung und bestandener Bericht in Form eines wissenschaftlichen Posters, Vortrag zu einem durchgeführten Versuch.

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Fortgeschrittenenpraktikum 2

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Praktikum

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Kombinationsprüfung

## Modul 01-PHY-BA-TP1a: Theoretische Physik 1 (Mathematische Grundlagen)

### Theoretical Physics 1 (Mathematical Methods)

#### Modulgruppenzuordnung:

- Pflichtbereich

#### Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:

Wissensstand mind. gemäß guter Leistungen in Grundkursen Physik und Mathematik. Ein Vorkurs, der die Oberstufen-Schulmathematik studienvorbereitend aufarbeitet, wird empfohlen.

#### Lerninhalte:

Die Ausbildung in Theoretischer Physik verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen, zum anderen Verständnis für die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen.

- Kinematik
- Kraftfelder
- Arbeit, Leistung, Energie
- Impuls, Drehimpuls, Drehmoment
- Harmonischer Oszillator
- Vektorrechnung
- Funktionen
- Differential- und Integralrechnung
- Vektoranalysis
- Komplexe Zahlen

#### Literatur zum Modul:

- Goldstein, Klassische Mechanik
- Jelitto, Theoretische Physik 1
- Großmann, Mathematischer Einführungskurs in die Physik
- Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 1
- Fließbach, Mechanik
- Schulz, Physik mit Bleistift

#### Lernergebnisse / Kompetenzen:

Die Vorlesung bereitet auf die Kursvorlesungen in Theoretischer Physik vor. Dabei wird der Umgang mit den mathematischen Werkzeugen der Physik erlernt und eingeübt, sowie das Verständnis für Abstraktion, Formalisierung und Idealisierung eines physikalischen Problems anhand einfacher mechanischer Beispielsysteme vermittelt. Die Übungen finden in Gruppen statt, wo die Studierenden ihre eigenen Lösungen und Lösungsansätze den Kommilitonen vorstellen. Als Schlüsselqualifikation wird die Präsentation der eigenen Ergebnisse vermittelt.

#### Workloadberechnung:

28 h Vor- und Nachbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

68 h Prüfungsvorbereitung

#### Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?

nein

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. phil. Klaus Pawelzik
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 20/21 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 6 / 180 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Modulteilprüfung TP1a Studienleistung 1/Übungen	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Bearbeitung von Übungsaufgaben und Fachgespräch	
<b>Modulprüfung:</b> Modulteilprüfung TP1a Studienleistung 2/Klausur	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Theoretische Physik 1 (Mathematische Grundlagen)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulteilprüfung TP1a Studienleistung 2/Klausur

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

**Theoretische Physik 1 (Mathematische Grundlagen)** (Vorlesung)

**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Theoretische Physik 1 (Mathematische Grundlagen)

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Modulteilprüfung TP1a Studienleistung 1/Übungen

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

**Übungen zu Theoretische Physik 1 (Übung)**

**Modul 01-PHY-BA-TP2a: Theoretische Physik 2 (Mechanik)**

## Theoretical Physics 2 (Mechanics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Theoretische Physik 1

**Lerninhalte:**

Die Ausbildung in Theoretischer Physik verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen, zum anderen Verständnis für die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen.

- Mechanik des freien Massenpunktes
- Mechanik der Mehrteilchensysteme
- Der starre Körper
- Lagrange-Mechanik
- Hamilton-Mechanik
- Spezielle Relativitätstheorie
- Nichtlineare Probleme, deterministisches Chaos

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der abstrakten Formulierung mechanischer Probleme und ihre Anwendungen. Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis von Raum, Zeit und Kräften und lernen die Formulierung und mathematische Bearbeitung eines mechanischen Problems. Die Übungen finden in Gruppen statt, in denen die Studierenden ihre eigenen Lösungen und Lösungsansätze den Kommilitonen vorstellen. Als Schlüsselqualifikation wird die Präsentation der eigenen Ergebnisse vermittelt.

**Workloadberechnung:**

102 h Vor- und Nachbereitung

84 h Prüfungsvorbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. phil. Klaus Pawelzik

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Theoretische Physik 2**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Für das Bestehen werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Theoretische Physik 2 (Mechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Theoretische Physik 2
<b>Lehrveranstaltung:</b> Übungen zur Theoretische Physik 2 (Mechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung

**Modul 01-PHY-BA-TP3a: Theoretische Physik 3 (Elektrodynamik)**

## Theoretical Physics 3 (Electrodynamics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Theoretische Physik 1 und 2

**Lerninhalte:**

- Maxwellgleichungen (Vektorpotential, Lorentzinvarianz)
- Elektromagnetische Wellen, Poynting-Vektor
- Strahlung von bewegten Ladungsverteilungen (Dipol, Multipole, bewegte Punktladungen)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Beherrschung der Rechenmethoden der Elektrodynamik
- Verständnis des Feldbegriffs, Grundlagen der Feldtheorie

**Workloadberechnung:**

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

28 h Prüfungsvorbereitung

158 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Stefan Bornholdt

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Theoretische Physik 3**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung:** Studienleistung**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Zum Bestehen werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

**Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Theoretische Physik (Elektrodynamik)

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

4 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Theoretische Physik 3

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

**Theoretische Physik 3 (Elektrodynamik)** (Vorlesung)

**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Theoretische Physik (Elektrodynamik)

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Studienleistung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

**Übungen zu Theoretische Physik 3 (Übung)**

**Modul 01-PHY-BA-TP4a: Theoretische Physik 4 (Quantenmechanik)**

## Theoretical Physics 4 (Quantum Mechanics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Theoretische Physik 1 bis 3

**Lerninhalte:**

Die Ausbildung in Theoretischer Physik verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen, zum anderen Verständnis für die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen.

## Quantenmechanik:

- Hilbertraum, Dirac-Schreibweise
- Schrödingergleichung, Eigenzustände, Zeitentwicklung
- Orts- und Impulsdarstellung
- Eindimensionale Probleme (gebundene Zustände, Tunneleffekt)
- Unitäre Transformation, Symmetrien
- Drehimpuls, Spin, Spin-Bahn-Kopplung
- Wasserstoffatom
- Harmonischer Oszillator
- Theorie des Messprozesses
- Interpretation der Quantenmechanik
- Mathematische Grundlagen der Quantentheorie

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Verständnis der begrifflichen Grundlagen der theoretischen Beschreibung quantenphysikalischer Phänomene
- Erlernen der theoretischen Behandlung einfacher Quantensysteme durch exakte Lösung oder mit Hilfe von Näherungsverfahren
- Verständnis der mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik
- Selbständige Lösung von Übungsaufgaben zu den Lerninhalten der Quantenmechanik
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit

**Workloadberechnung:**

98 h Prüfungsvorbereitung

98 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

74 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Frank Jahnke

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Theoretische Physik 4	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Für das Bestehen werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Theoretische Physik 4 (Quantenmechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 5 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Theoretische Physik 4
<b>Lehrveranstaltung:</b> Übungen zur Theoretische Physik 4 (Quantenmechanik)	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung

**Modul 01-PHY-BA-TP5a: Theoretische Physik 5 (Statistische Physik)**

## Theoretical Physics (Statistical Physics)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Theoretische Physik 1 bis 4

**Lerninhalte:**

Die Ausbildung in Theoretischer Physik verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen, zum anderen Verständnis für die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen.

## Statistische Physik:

- Konzept der statischen Mechanik
- Gesamtheiten des thermodynamischen Gleichgewichts
- Zusammenhang statistische Physik und Thermodynamik
- Das klassische ideale Gas
- Ideale Quantengase
- Klassische wechselwirkende Systeme
- Statistische Physik der Nichtgleichgewichts

## Literatur zum Modul:

- Brenig, Statistische Theorie der Wärme, Kapitel 1-11, 15-17, 22-31, 36, 38, 39, 31
- Reif, Statistische Physik und Theorie der Wärme, Kap. 1-7, 9, 10.1, 10.3-5
- Jelitto, Theoretische Physik, Band 6

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Verständnis der begrifflichen Grundlagen der theoretischen Beschreibung von klassischen und quantenmechanischen Systemen mit vielen Freiheitsgraden
- Erlernen der theoretischen Grundlagen für die statistische Beschreibung einfacher Systeme durch exakte Lösung oder mit Hilfe von Näherungsverfahren
- Verständnis der mathematischen Grundlagen, die in der statistischen Physik Anwendung finden
- Selbständige Lösung von Übungsaufgaben zu den Lerninhalten der statistischen Physik
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit

**Workloadberechnung:**

48 h Vor- und Nachbereitung

48 h Prüfungsvorbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Frank Jahnke

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 20/21 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 6 / 180 Stunden
--	---

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Theoretische Physik 5	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Für das Bestehen werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Theoretische Physik 5 (Statistische Physik)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Theoretische Physik 5
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Theoretische Physik 5 (Statistische Physik)</b> (Vorlesung)	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Übungen zur Theoretischen Physik 5 (Statistische Physik)	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein

<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Übungen zu Theoretische Physik 5 (Übung)	

**Modul 03-MAT-BA-HM1: Höhere Mathematik 1**

Advanced Mathematics 1

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Inhaltlich wird ein Kenntnisstand entsprechend mind. guten Leistungen in einem Grundkurs Mathematik vorausgesetzt.

**Lerninhalte:**

- Zahlen und Zahlssysteme
- Matrizenrechnung, lineare Gleichungssysteme
- Vektorräume, lineare Abbildungen, Koordinatentransformationen
- Folgen und Reihen, Konvergenz und Grenzwerte
- Stetige Funktionen
- Differentialrechnung für skalare Funktionen
- Approximation von Funktionen

Literatur zum Modul wird zu Semesterbeginn in den jeweiligen Veranstaltungen bekanntgegeben.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sichere Kenntnis der vermittelten mathematischen und numerischen Methoden
- Souveräner Umgang mit diesen Methoden und Kalkülen, auch bei der Lösung elektrotechnischer Probleme
- Analytisches und strukturiertes Denken zur kreativen Bearbeitung konkreter Aufgaben
- Algorithmisches Vorgehen, Nutzung mathematischer Software als Werkzeug

**Workloadberechnung:**

98 h Vor- und Nachbereitung

88 h Prüfungsvorbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Arsen Narimanyan

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 23/24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Höhere Mathematik 1

**Prüfungstyp:** Teilprüfung

**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung:** Studienleistung**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Höhere Mathematik 1**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

4 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Höhere Mathematik 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Höhere Mathematik 1** (Vorlesung)**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Höhere Mathematik 1**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Studienleistung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Übungen zu Höhere Mathematik 1** (Übung)**Lehrveranstaltung:** Seminar zur Höhere Mathematik 1

<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b>

**Modul 03-MAT-BA-HM2: Höhere Mathematik 2**

## Advanced Mathematics 2

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Inhaltlich wird ein Kenntnisstand entsprechend dem Modul Höhere Mathematik 1 sowie mind. guten Leistungen in einem Grundkurs Mathematik vorausgesetzt.

**Lerninhalte:**

- Lineare Ausgleichsrechnung
- Integralrechnung für skalare Funktionen
- Eigenwerte und Eigenvektoren
- Gewöhnliche Differentialgleichungen
- Differentialrechnung mehrerer reeller Variabler

Literatur zum Modul wird zu Semesterbeginn in den jeweiligen Veranstaltungen bekanntgegeben.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sichere Kenntnis der vermittelten mathematischen und numerischen Methoden
- Souveräner Umgang mit diesen Methoden und Kalkülen, auch bei der Lösung elektrotechnischer Probleme
- Anwendung mathematischer Methoden zur Modellierung elektrotechnischer Prozesse und Phänomene
- Analytisches und strukturiertes Denken zur kreativen Bearbeitung konkreter Aufgaben
- Algorithmisches Vorgehen, Nutzung mathematischer Software als Werkzeug

**Workloadberechnung:**

98 h Vor- und Nachbereitung

88 h Prüfungsvorbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Arsen Narimanyan

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 23/24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Höhere Mathematik 2

**Prüfungstyp:** Teilprüfung

**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 2 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Höhere Mathematik 2	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Höhere Mathematik 2
<b>Lehrveranstaltung:</b> Übungen zur Höhere Mathematik 2	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zur Höhere Mathematik 2 Seminar	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	

---

**Lehrform(en):**

Seminar

**Zugeordnete Modulprüfung:**

**Modul 03-MAT-BA-HM3: Höhere Mathematik 3**

## Advanced Mathematics 3

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Höhere Mathematik 1 und 2

**Lerninhalte:**

- Vektoranalysis
- Fourier-, Laplace- und z-Transformation oder Integraltransformationen und deren Anwendungen
- Funktionentheorie

Literatur zum Modul wird zu Semesterbeginn in den jeweiligen Veranstaltungen bekanntgegeben.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sichere Kenntnis der vermittelten mathematischen und numerischen Methoden
- Souveräner Umgang mit diesen Methoden und Kalkülen, auch bei der Lösung elektrotechnischer Probleme
- Anwendung mathematischer Methoden zur Modellierung elektrotechnischer Prozesse und Phänomene
- Analytisches und strukturiertes Denken zur kreativen Bearbeitung konkreter Aufgaben
- Algorithmisches Vorgehen, Nutzung mathematischer Software als Werkzeug

**Workloadberechnung:**

98 h Vor- und Nachbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

88 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Arsen Narimanyan

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Höhere Mathematik 3**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Höhere Mathematik 3	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Höhere Mathematik 3
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Höhere Mathematik 3 (Vorlesung)	

<b>Lehrveranstaltung:</b> Übungen zur Höhere Mathematik 3	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Übungen zu Höhere Mathematik 3 (Übung)	

<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zur Höhere Mathematik 3	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	

---

**Lehrform(en):**

Seminar

**Zugeordnete Modulprüfung:**

**Modul 03-MAT-BA-HM4: Höhere Mathematik 4**

## Advanced Mathematics 4

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Höhere Mathematik 1 bis 3

**Lerninhalte:**

- Partielle Differentialgleichungen, FDM/FEM
- Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik
- Lebesgue-Integral, Lp-Räume

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Kenntnis und sicherer Umgang mit den behandelten mathematischen Begriffen und Methoden
- Anwendung mathematischer Formalismen zur Lösung physikalischer Problemstellungen

**Workloadberechnung:**

20 h Vor- und Nachbereitung

14 h Prüfungsvorbereitung

56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Arsen Narimanyan

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Höhere Mathematik 4**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung:** Studienleistung**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

### Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Höhere Mathematik 4

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Höhere Mathematik 4

**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Höhere Mathematik

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Studienleistung

**Modul 01-PHY-BA-GWA: Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens**

## Foundations of Scientific Working

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Teilnahme am parallel durchgeführten Praktikum (GP1 bzw. GP3).

**Lerninhalte:**

Einführung in das Messen physikalischer Größen (Maßsysteme, Basis- und abgeleitete Einheiten und deren Genauigkeiten, Ursachen und Umgang mit Messunsicherheiten, signifikante Stellen, wissenschaftliche Notation, ...)

- Fehlerarten, Umgang mit Messunsicherheiten, Statistik und kombinierte Messunsicherheiten
- Systematische Messabweichungen von verschiedenen Messinstrumenten
- Grafische Darstellungen, Skalen (lineare und nichtlineare Darstellungen), Legenden, Linearisierung von Messwerten, Geradenausgleich, Fehlerbalken, Bildunterschriften, Arten von Diagrammen, DIN-Vorschriften dazu
- Kurze Einführung in wissenschaftliche Auswerte- und Textverarbeitungsprogramme (Bsp. QTI-Plot, ORIGIN, LYX)
- Regeln für das Abfassen von wissenschaftlichen Versuchsberichten (Struktur, Schreibweise, Darstellung von Formeln, Einbinden von Grafiken, mikrotypografische Aspekte, Titellei, Referenzliste)
- Einführung in das Schreiben von Abstracts und Zusammenfassungen
- Struktur wissenschaftlicher Vorträge, Layout, Formeln
- Urheberrecht, Leistungsschutzrecht, richtiges Zitieren, Regeln des ehrenvollen wissenschaftlichen Arbeitens
- Schreiben einer wissenschaftlichen Publikation nach Schreibvorschrift
- Regeln für das Erstellen von Postern

Alle Inhalte werden an ausgewählten und von den Studierenden im parallel laufenden physikalischen Praktikum (GP1 bzw. GP3) gewonnenen Ergebnissen beispielhaft verdeutlicht.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Mit der Teilnahme an diesem Modul soll die Fähigkeit entwickelt werden, wissenschaftliche Vorträge, Berichte, Publikationen und Poster zu verfassen, wobei auf folgende Aspekte besonderer Wert gelegt wird:

- Klare Strukturierung des Inhalts
- Einbeziehung des Adressatenkreises in die Darstellungsweise
- Übersichtliche Darstellung von physikalischen Zusammenhängen in Graphiken mit entsprechenden Legenden und Bildunterschriften
- Sinnvolle Verwendung von Formeln

**Workloadberechnung:**

31 h Vor- und Nachbereitung

31 h Prüfungsvorbereitung

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. Kathrin Sebald
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 11/12 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Kombinationsprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 4 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Verlangt werden: 70% aller erreichbaren Punkte der gestellten Aufgaben (Übungsaufgaben, Wissenschaftliche Publikation und Vortrag) im Semester.	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b> Prof. Dr. Kathrin Sebald
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens (Vorlesung)	

**Modul 01-PHY-BA-CaW: Computer als Werkzeug**

## Computers as a Tool

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

- Grundlagen imperativer Programmierung im Rahmen einer geeigneten Programmiersprache
- Grundlegende Datentypen
- Skalare Variablen
- Schleifenstrukturen
- Kontrollstrukturen
- Grundlagen strukturierter Programmierung (mit Funktionen, Modulen, etc.)
- Vektoren und Matrizen (Arrays)
- Ein- und Ausgabe von bzw. in Dateien
- Einfache Visualisierung von Daten / Rechenergebnissen

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

In der Veranstaltung werden grundlegende allgemeine Kenntnisse der Programmierung und des numerischen Rechnens vermittelt. Diese können in jedem technisch-wissenschaftlich orientierten Studienfach zur Problemlösung von den Studierenden sinnvoll angewandt werden:

- Numerische Algorithmen in einfache Programme umsetzen
- Grundlagen der strukturierten Programmierung beherrschen
- Programmteile (Funktionen) einzeln testen und Fehler in Programmen suchen
- Daten basierend auf einer Spezifikation ein- und ausgeben
- Daten verarbeiten und darstellen

**Workloadberechnung:**

34 h Prüfungsvorbereitung

28 h Vor- und Nachbereitung

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.rer.nat. Christof Köhler

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!****Modulprüfungen****Modulprüfung:** Modulprüfung

<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Klausur, Hausarbeit oder Projektarbeit	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Computer als Werkzeug	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung mit Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

## Modul 02-CHE-BA-ALC-1: Allgemeine Chemie

### Modulgruppenzuordnung:

- Pflichtbereich

### Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:

keine

### Lerninhalte:

- Grundbegriffe (Elemente/Verbindungen/Mischungen, Elementaranalyse, Summenformel, Aggregatzustände, physikalische und chemische Umwandlungen, Maßeinheiten, mol und abgeleitete Größen)
- Atome (Atome, Ordnungszahlen, Atommassen, Isotope, Atombau, Elektronenkonfiguration, Aufbauprinzip, Hund'sche Regeln, Periodensystem, Energieniveaus, Quantenzahlen, Atomspektren (H-Atom), Ionisierungsenergien, Elektronenaffinitäten)
- Typen chemischer Bindungen und zwischenmolekulare Kräfte (Ionenbindung, kovalente Bindung, metallische Bindung, Übergänge zwischen den Bindungstypen, zwischenmolekulare Kräfte (Dipol-Dipol, van-der-Waals, Wasserstoffbrücken)
- Kovalente Bindung (Valenzstrichformel, Bindungsgrad, Oktettregel, Gillespie-Modell, Elektronegativität, Formalladungen)
- Festkörper (dichteste und nicht-dichte Kugelpackungen, Kristallgitter, Kristallsysteme, Gitterenergie, Bragg'sche Beugung)
- Gase (ideales Gasgesetz, reale Gase, Gasverflüssigung, Dampfdruck, Aspekte der kinetischen Gastheorie)
- Chemische Reaktionen (Reaktionsgleichung und Stöchiometrie, Einteilung chemischer Reaktionen, Oxidationszahlen und Redoxreaktionen, Energetik chemischer Reaktionen: Reaktionsenergie und -enthalpie, exotherme/endothemer Reaktionen)
- Chemisches Gleichgewicht (reversible Reaktionen, Massenwirkungsgesetz; Anwendungen: Gasgleichgewichte, homogene Lösungsgleichgewichte, heterogene Gl.: Löslichkeitsprodukt), Prinzip des kleinsten Zwanges)
- Säuren und Basen (Säure/Basekonzepte: Brönstedt, Lewis, Säurestärke und Molekülstruktur, Ionenprodukt des Wassers und pH-Wert, Säure-/Basegleichgewichte: pKs, pKb, Pufferlösungen, Säure-Base-Titrationen)
- Elektrochemie (Galvanische Zellen, Elektrodenpotential, elektrochemische Spannungsreihe, Nernstgleichung, Redox Titration)
- Kinetik (Geschwindigkeitsgesetze, Elementarreaktionen, Hinweis auf Stoßtheorie, Temperaturabhängigkeit und Aktivierungsenergie, Katalysatoren)
- Basiswissen der Organischen Chemie (Bindungsmöglichkeiten des Kohlenstoffs, homologe Reihen (Alkane, Alkene, Alkine), Aromaten, funktionelle Gruppen (OH, Carbonyl, Carboxyl, Amine), chemische Formelsprache, Elektrophilie, Nukleophilie)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Ziel des Moduls ist, den Studierenden Einblick in wesentliche Grundlagen der Chemie, wie sie für alle Kernbereiche der Chemie (OC, AC, PC) relevant sind, zu vermitteln. Im Vordergrund steht die Vermittlung von Konzepten und deren Anwendungen und nicht deren theoretische Ausarbeitung. Das Modul soll eine Übersicht über die Chemie und ein Grundwissen zum Verständnis der weiterführenden Veranstaltungen in den Bereichen AC, OC und PC vermitteln.

Im Einzelnen werden folgende Ziele angestrebt:

- Erwerb grundlegender Kenntnisse über die Konzepte einer allgemeinen Chemie, ihren Zusammenhang und die Gliederung, Ziele und Orientierung der Wissenschaft Chemie
- Kenntnis einschlägiger Kerngedanken, zum theoretischen Aufbau der Chemie, wichtiger Experimente und Anwendungen.
- Kompetenzen in einer ersten Deutung makroskopisch chemischer Prozesse auf der submikroskopischen und der Modellebene
- Kompetenz in der Anwendung der Fach- und Formelsprache der Chemie
- Kompetenzen in einfachen Berechnungen innerhalb der Chemie, insbesondere dem stöchiometrischen Rechnen
- Kenntnis der Labor- und Sicherheitsbestimmungen
- Beherrschung elementarer Laborfertigkeiten
- Erfahrungen im selbstständigen Experimentieren mit chemischen Laborgeräten und Apparaturen

**Workloadberechnung:**

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

96 h Selbstlernstudium

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. Tilmann Harder
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 11/12 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Allgemeine Chemie	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

**Beschreibung:**

Klausur ODER benotete Protokolle des Praktikums

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** Allgemeine Chemie**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

4 Stunden

**Dozent\*in:**

Prof. Dr. Tim Neudecker

Prof. Dr. Marcus Bäumer

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Allgemeine Chemie

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Allgemeine Chemie (VF, LO)** (Vorlesung)

"Informationen zum Modul Allgemeine Chemie" [https://www.uni-bremen.de/fileadmin/user\\_upload/fachbereiche/fb2/marchem/alc\\_infotext\\_2324.pdf](https://www.uni-bremen.de/fileadmin/user_upload/fachbereiche/fb2/marchem/alc_infotext_2324.pdf)

**Lehrveranstaltung:** Übungen zur Allgemeinen Chemie für Physiker**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

1 Stunden

**Dozent\*in:**

PD Dr. rer.nat. Wolfgang Dreher

Dr. Ekkehard Küstermann

Dr. Peter Erhard

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Allgemeine Chemie

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Übungen zur Allgemeinen Chemie für Physiker** (Übung)**Lehrveranstaltung:** Praktikum zur Allgemeinen Chemie für Physiker**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

1 Stunden

**Dozent\*in:**

Dr. Tobias Borrmann

Dr. Enno Lork

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Praktikum

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Allgemeine Chemie

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

**Praktikum zur Allgemeinen Chemie für Physiker (Praktikum)**

**Modul 01-PHY-BA-FFT: Fremdsprachliche Fachtexte**

Foreign-language literature

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Eingangsniveau B 2.1

**Lerninhalte:**

Der Schwerpunkt der Sprachkursanteile liegt auf der Rezeption fachsprachlicher Texte (schriftlich: Lehrbücher, populärwissenschaftliche Darstellungen; mündlich: Fachvorträge von Muttersprachler\*innen) und deren mündlicher Wiedergabe in der Zielsprache (Kurzvorträge).

Sprachsystematisches Wissen (Grammatik/Wortschatz) wird in dem dafür notwendigen Maße eingeführt, bezieht sich insbesondere auf die physikalischen Fachtermini in der Zielsprache.

Selbstgesteuertes Lernen: Lernberatung, individuelle Lernzielbestimmung, Anleitung zur Arbeit im Selbstlernzentrum, Bearbeitung von Selbstlernaufgaben/ Prüfungsvorbereitung

Literatur zum Modul wird in den jeweiligen Veranstaltungen bekannt gegeben.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sichere und korrekte Ausdrucksweise in der Zielsprache
- Festigung des im wissenschaftlichen Bereich benötigten Wortschatzes der Zielsprache mit korrekter Aussprache
- Beherrschung der im wissenschaftlichen Bereich verwendeten Redeweisen
- Fähigkeit zum fachwissenschaftlichen Gespräch in vorbereiteten Inhaltsbereichen
- Fähigkeit, Muttersprachler\*innen der Zielsprache zu verstehen
- Erhöhung der fachliterarischen Rezeptionskompetenz
- Als überfachliche Kompetenz wird das Halten eines mündlichen Vortrags vermittelt.
- Die Kompetenz sich (sprachliche) Fertigkeiten selbstorganisiert anzueignen wird gestärkt.

**Workloadberechnung:**

28 h Prüfungsvorbereitung

34 h Vor- und Nachbereitung

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch / Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Hans-Günther Döbereiner

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 11/12 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!****Modulprüfungen****Modulprüfung:** Studienleistung

<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> English for Students of Physics	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung

**Modul 01-PHY-BA-BP: Berufsperspektiven**

## Outlooks on Professional Profiles

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

- Vorträge aus der physikalischen- und Ingenieurberufspraxis
- Firmenexkursionen
- Praktikum im Unternehmen oder in einer Arbeitsgruppe der Physik im Umfang von min. 3 Wochen
- Erstellung von Berichten zu den Vorträgen/Exkursionen/Praktikum mit Präsentation zum Praktikum

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Berufsfelderkundung: Durch die gewonnenen Einblicke in verschiedene Arbeitsbereiche und Berufspraxen gelingt den Studierenden eine erste mögliche berufliche Positionierung nach Vorlieben und eigenen Stärken und Schwächen.

Soft-Skills: Die nötigen überfachlichen Kompetenzen für eine Tätigkeit als Physiker\*in oder Ingenieur\*in werden gebündelt vermittelt, so dass typische Unsicherheiten vor dem Berufseinstieg vermindert werden.

Praktikum: Durch das Praktikum erlangen die Studierenden Einblicke in die tatsächlichen Anforderungen eines Berufsalltags als Physiker\*in oder Ingenieur\*in und können so eine qualifiziertere Entscheidung in Bezug auf die eigenen Berufsfeldpositionierung fällen.

**Workloadberechnung:**

120 h Selbstlernstudium

42 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

18 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Annette Ladstätter-Weißenmayer

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!****Modulprüfungen****Modulprüfung:** Kombinationsprüfung**Prüfungstyp:** Kombinationsprüfung**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 3 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

3 Studienleistungen: Kurzreflexion Unternehmenspraktikum; Vortrag/Präsentation zum Unternehmenspraktikum; Kurzreflexioin zu den gehörten Vorträgen

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

**Lehrveranstaltung:** Berufsperspektiven

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

3 Stunden

**Dozent\*in:**

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Seminar

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Kombinationsprüfung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

**Berufsperspektiven (Seminar)**

Die Lehrveranstaltung soll einen Überblick über mögliche Berufsfelder geben. Alumni berichten über ihren Berfuseinstieg, Firmen zeigen konkrete Einstiegsmöglichkeiten auf und eine Berufsberaterin unterstützt beim Zusammenstellen einer Bewerbungsmappe.

**Modul 01-PHY-BA-BPhy: Biophysik**

## Biophysics

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

- Methoden der Biophysik
- Struktur von Gewebe, Zellen und Proteinen
- Mikroskopische Techniken: Lichtmikroskopie, Kraftmikroskopie, Bildverarbeitung
- Biophysikalische Prinzipien: Fluktuationen von Membranen, Zellbewegung, Mechanik von Zellen und des Zytoskeletts, Biomineralisation
- Versuche an ausgewählten experimentellen Aufbauten des Instituts für Biophysik (Lichtmikroskopie, Kraftmikroskopie u. a.)

## Literatur zum Modul:

- Philips et al, Physical Biology of the Cell
- Alberts et al Molecular Biology of the Cell

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Das Modul führt in die biologischen und physikalischen Grundlagen der Biophysik ein. Außerdem werden die wichtigsten Techniken zum Studium biophysikalischer Fragen vorgestellt. Deshalb ist auch entscheidender Anteil dieses Moduls ein Praktikum, in dem beispielhaft moderne Methoden der Biophysik präsentiert werden.

**Workloadberechnung:**

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

28 h Prüfungsvorbereitung

158 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Manfred Radmacher

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Biophysik**Prüfungstyp:** Teilprüfung**Prüfungsform:**

Mündlich

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Versuchsbericht	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Methoden der Biophysik	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Biophysik
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Methoden der Biophysik (Vorlesung)	

<b>Lehrveranstaltung:</b> Biophysikalisches Praktikum	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Praktikum	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Biophysikalisches Praktikum (Praktikum) 2 SWS, Termin nach Vereinbarung	

**Modul 01-PHY-BA-FPHy: Festkörperphysik**

## Solid-state physics

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Experimentalphysik 1 bis 4 und parallele Teilnahme an Experimentalphysik 5

**Lerninhalte:**

- Wachstum (Epitaxie) moderner niederdimensionale Festkörperstrukturen (MBE, CVD, VLS) Methoden der In-situ-Analyse von Wachstumsprozessen
- Methoden der Strukturanalyse: Röntgen- und Teilchenstrahlmethoden (insbes. Elektronenmikroskopie)
- Methoden der Analyse von Oberflächen (niederenergetische Elektronenbeugung und -mikroskopie, Rastersondentechniken)
- Experimentelle Bestimmung von chemischen und elektronischen Festkörpereigenschaften (Elektronenspektroskopie)
- Optische Spektroskopie an Festkörpern: Absorptions-, Transmissions- und Lumineszenzspektroskopie

## Literatur zum Modul:

- Skript der Hochschullehrer
- Lehrbücher zur Experimentalphysik IIIa
- Weißmantel/Hamann: Grundlagen der Festkörperphysik (Springer)
- Kuzmany: Festkörperspektroskopie (Springer)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sicheres und strukturiertes Wissen zu grundlegenden Inhalten
- Kenntnis elementarer Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen
- Verbindung von Messmethoden mit grundlegenden Eigenschaften von Festkörpern
- Vertrautheit mit komplexen Versuchsaufbauten
- Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger experimenteller Ergebnisse
- Eigenständige Erarbeitung des physikalischen und experimentell-technischen Gehalts von komplexen Versuchen (z.B. über Literaturrecherche und –studium)
- Kritische Einordnung eigener Ergebnisse
- Fähigkeit zur gemeinsamen Arbeit in kleinen Gruppen, in Bezug auf Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Präsentation von Experimenten und Ergebnissen
- Experimente-Planung, Zeitmanagement, Flexibilität

**Workloadberechnung:**

98 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

28 h Prüfungsvorbereitung

144 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Gordon Jens Callisen

<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 20/21 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 9 / 270 Stunden

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Festkörperphysik	
<b>Prüfungstyp:</b> Kombinationsprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 2 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> 2 Prüfungsleistungen: Projektbericht und Referat	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Festkörperphysik im Experiment	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Festkörperphysik
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> Festkörperphysik im Experiment - Forschendes Lernen (Vorlesung)	

<b>Lehrveranstaltung:</b> Praktikum zu Festkörperphysik im Experiment	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Praktikum	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Festkörperphysik
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	

---

**Praktikum zu Festkörperphysik im Experiment - Forschendes Lernen (Praktikum)**

4 SWS, Praktikum in vier Einzelgruppen, Termine in Absprache mit den Studierenden.

## Modul 01-PHY-BA-TPhy: Theoretische Physik (Wahlmodul)

### Theoretical Physics

#### Modulgruppenzuordnung:

- Wahlbereich

#### Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:

Inhaltlich baut das Modul auf den Pflichtmodulen Theoretische Physik 1 bis 4 auf.

#### Lerninhalte:

Es werden ausgewählte fortgeschrittene Themen der Theoretischen Physik behandelt, aus Quantentheorie, Theoretischer Festkörperphysik und Theoretischer Neuro- und Biophysik.

#### Lernergebnisse / Kompetenzen:

- Einblicke in die am Fachbereich verfolgten Forschungsgebiete der Theoretischen Physik
- Anwendung der Rechenmethoden der Theoretischen Physik auf fortgeschrittene Themen

#### Workloadberechnung:

28 h Prüfungsvorbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

158 h Vor- und Nachbereitung

#### Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?

nein

#### Unterrichtssprache(n):

Deutsch

#### Modulverantwortliche(r):

Prof. Dr. Stefan Bornholdt

#### Häufigkeit:

Wintersemester, jährlich

#### Dauer:

1 Semester

#### Modul gültig seit / Modul gültig bis:

WiSe 20/21 / -

#### ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:

9 / 270 Stunden

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Theoretische Physik

**Prüfungstyp:** Teilprüfung

#### Prüfungsform:

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

#### Die Prüfung ist unbenotet?

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

#### Prüfungssprache(n):

Deutsch

#### Beschreibung:

schriftliche oder mündliche Prüfung

**Modulprüfung:** Studienleistung

**Prüfungstyp:** Teilprüfung

<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Für das Bestehen der STudienleistung werden 50% aller erreichbaren Punkte der Übungsaufgaben im Semester verlangt.	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung und Übung zur Quantenmechanik / Quantendynamik	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 6 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung mit Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Theoretische Physik Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Quantenmechanik atomarer Systeme / Quantendynamik (Vorlesung)</b> Vorlesung und Übung	

**Modul 01-PHY-BA-UPhy: Umweltphysik**

## Environmental Physics

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Mathematische Grundlagen

**Lerninhalte:**

Das Modul führt in ein wichtiges Gebiet der angewandten Physik ein: die Erforschung des Erdsystems mit physikalischen Methoden. Es geht um die vielfältigen Vorgänge in der Atmosphäre, Hydrosphäre, Kryosphäre und festen Erde, sowie ihrer unterschiedlichen Wechselwirkungen. Die Prozesse werden von der lokalen Skala bis global behandelt. Das Modul führt zu einem grundlegenden Verständnis der Vorgänge, ihrer vielfältigen Wechselwirkung und den beteiligten Austauschprozessen, sowie den wesentlichen physikalischen Methoden ihrer Erforschung. Insbesondere werden behandelt:

- Physik von Atmosphäre, Ozean, Eis und fester Erde
- Das Klima-System
- Methoden der Messung und Modellierung

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Sicheres und strukturiertes Wissen der grundlegenden Inhalte
- Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken
- Kenntnis der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen
- Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger Problemstellungen
- Einblicke in moderne physikalische Umwelt- und Klimaforschung und deren Methoden

**Workloadberechnung:**

28 h Prüfungsvorbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

158 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch / Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer.nat. Justus Notholt

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Umweltphysik**Prüfungstyp:** Kombinationsprüfung**Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Beschreibung:**

Kombinationsprüfung

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** Einführung in die Atmosphäre und Klima**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

3 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Umweltphysik

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Einführung in Atmosphäre und Klima** (Vorlesung)**Lehrveranstaltung:** Einführung in die Ozeanographie**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

3 Stunden

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Umweltphysik

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Einführung in die Ozeanographie** (Vorlesung)

**Modul 01-PHY-BA-ABBA: Bachelorarbeit (inkl. Kolloquium)**

Bachelor Thesis (incl. Colloquium)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Bachelorarbeit

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Zur Anmeldung der Bachelorarbeit (inkl. Kolloquium) müssen folgende Leistungen erbracht worden sein:

- a) Module Experimentalphysik 1 bis 4
- b) Module Theoretische Physik 1 bis 4
- c) Modul Physikalisches Wahlfach

**Lerninhalte:**

Die Inhalte ergeben sich aus dem physikalischen Wahlfach, in dem die Bachelorarbeit angesiedelt ist.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Umsetzung einer wissenschaftlichen Fragestellung in eine experimentelle und/oder theoretische Untersuchung
- Anwendung erfolgreicher Strategien bei der Planung und Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen
- Fähigkeit zur kritischen Bewertung, Einordnung und Diskussion eigener wissenschaftlicher Ergebnisse
- Fähigkeit, wissenschaftliche Ergebnisse in einer Arbeit zusammenzufassen und zu präsentieren

**Workloadberechnung:**

56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

338 h Prüfungsvorbereitung

56 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Stefan Bornholdt

**Häufigkeit:**

jedes Semester

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 23/24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Bachelorarbeit

**Prüfungstyp:** Teilprüfung

**Prüfungsform:**

Bachelorarbeit

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

<b>Modulprüfung:</b> Kolloquium	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Kolloquium	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Modulprüfung:</b> Seminar	
<b>Prüfungstyp:</b> Teilprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Siehe Freitext	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Beschreibung:</b> Posterpräsentation	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Hauptseminar	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4 Stunden	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Seminar
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Hauptseminar Festkörperphysik</b> (Seminar) 2 SWS, Termin nach Vereinbarung	
<b>Hauptseminar Theoretische Physik</b> (Seminar) 2 SWS, Termin nach Vereinbarung	
<b>Hauptseminar Umweltphysik</b> (Seminar) 2 SWS, Termin nach Vereinbarung	