

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BMA1	Pflicht

**Modultitel** **Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen**

**Modultitel (englisch)** Mathematics 1 - Linear Algebra and Calculus of Functions of One Variable

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h
- Übung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

**Arbeitsaufwand** 9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. Meteorologie

**Ziele** Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Modules die Grundlagen der Linearen Algebra und der Analysis beherrschen und selbstständig Problemstellungen lösen.

**Inhalt**

- Gruppen, endlich-dim. Vektorräume, lineare Abbildungen, Matrizen
- Quadratische Formen, Eigenwertproblem, Orthonormalbasen
- Konvergenz von Folgen und Reihen
- Stetige Funktionen
- Differentialrechnung für Funktionen einer Veränderlichen
- Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis Teil 1" 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009
- S. Bosch "Lineare Algebra" 4. Auflage, Springer 2008
- H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker, Band 1: Grundkurs" Vieweg+Teubner 2011

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (4SWS)

Übung "Mathematik 1 - Lineare Algebra & Analysis von Funktionen einer Variablen" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BEP1	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 1 - Mechanik &amp; Wärmelehre</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 1 - Mechanics & Thermodynamics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 1 - Mechanik &amp; Wärmelehre" (5 SWS) = 75 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 225 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 1 - Mechanik &amp; Wärmelehre" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. Physik</li> <li>- B.Sc. Meteorologie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der klassischen Mechanik und Wärmelehre;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinematik und Dynamik des Massenpunktes, Newtonsche Gesetze, Kraft.</li> <li>- Galilei-Transformation, beschleunigte Bezugssysteme, Trägheitskräfte.</li> <li>- Erhaltungssätze: Impuls, Energie, Drehimpuls.</li> <li>- Gravitation und Planetenbewegung.</li> <li>- Massenpunktsysteme. Stoßgesetze.</li> <li>- Statik und Dynamik starrer Körper.</li> <li>- Schwingungen. Fourieranalyse.</li> <li>- Grundlagen der Mechanik deformierbarer Körper, der Fluid-Mechanik, des Klassischen Chaos.</li> </ul> <p>Wärmelehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hauptsätze der Thermodynamik, Temperatur, Wärmekapazität, kinetische Gastheorie, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Ideales und Reales Gas, Entropie, Kreisprozesse und thermodynamische Maschinen, Wärmeleitung.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demtröder "Mechanik und Wärme" Springer-Verlag 2008</li> <li>- Alonso, Finn "Physics" Oklenbourg 2000</li> <li>- Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of physics" Wiley-VCH 2009</li> </ul>

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 1 - Mechanik & Wärmelehre" (5SWS)
	Übung "Experimentalphysik 1 - Mechanik & Wärmelehre" (2SWS)

# Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BGP1	Pflicht

**Modultitel**                      **Physikalisches Grundpraktikum 1**

**Modultitel (englisch)**      Basic Physics Laboratory 1

**Empfohlen für:**                1. Semester

**Verantwortlich**                Leiter Physikalisches Grundpraktikum

**Dauer**                            1 Semester

**Modulturnus**                    jedes Wintersemester

**Lehrformen**                    • Vorlesung "Einführung in die Datenanalyse" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h  
 • Praktikum "Grundpraktikum 1" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 55 h Selbststudium = 100 h

**Arbeitsaufwand**                5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**                - B.Sc. Physik

**Ziele**                              Die Studierenden  
 - erwerben ein vertieftes Verständnis physikalischer Zusammenhänge;  
 - kennen grundlegende experimentelle Techniken, wichtige Regeln der Protokollführung und einfache Verfahren der Datenanalyse.

**Inhalt**                              Im Grundpraktikum 1 sind 6 Experimente aus dem Bereich Mechanik durchzuführen.  
  
 Das Praktikum setzt eine intensive Vorbereitung auf jeden Versuch voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbständigkeit bearbeitet werden können.

**Teilnahmevoraussetzungen**      keine

**Literaturangabe**                W. Schenk, F. Kremer (Hrsg.) "Physikalisches Praktikum" Vieweg+Teubner, 13. Auflage, 2011

**Vergabe von Leistungspunkten**      Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Einführung in die Datenanalyse" (1SWS)
	Praktikum "Grundpraktikum 1" (3SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMAME1	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Methoden - Methoden der klassischen Physik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Mathematical Methods for Physicists - Methods of Classical Physics
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Mathematische Methoden 1 - Methoden der klassischen Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Mathematische Methoden 1 - Methoden der klassischen Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. Physik</li> <li>- B.Sc. Meteorologie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden sollen wesentliche Rechenmethoden der klassischen Physik beherrschen.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechnen mit komplexen Zahlen</li> <li>- Rechnen mit Matrizen und Determinanten (u.a. Koordinatensysteme und Drehungen), lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme</li> <li>- Differenzieren und Integrieren von Funktionen mit einer Variablen</li> <li>- Lösen von gewöhnlichen Differentialgleichungen (Trennung der Variablen, homogene und inhomogene lineare Differentialgleichungen 1. und 2. Ordnung mit konstanten Koeffizienten)</li> <li>- Linien-, Flächen und Volumenintegrale</li> <li>- Einführung in die Vektoranalysis im <math>\mathbb{R}^3</math>: div, rot, grad</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- H. Heuser: Lehrbuch der Analysis Teil 1, Vieweg+Teubner</li> <li>- H. Fischer / H. Kaul: Mathematik für Physiker, Band 1, Vieweg+Teubner</li> <li>- Boas, M.L.: Mathematical Methods in the Physical Sciences, Wiley</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Mathematische Methoden 1 - Methoden der klassischen Physik" (2SWS)

Übung "Mathematische Methoden 1 - Methoden der klassischen Physik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-EPHYB21	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Englisch für Physiker B2.1</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	English for Physicists 1
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Sprachenzentrums
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	• Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.1" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• B.Sc. Physik • M.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Studierende können wissenschaftliches Englisch im Fach Physik entsprechend der Niveaustufe B2 des GER verstehen. Sie können längeren Redebeiträgen wie Vorlesungen und Fachvorträgen zu verschiedenen fachbezogenen Themen der Physik folgen und verstehen auch komplexe Argumentationen, wenn ihnen das Thema einigermaßen vertraut ist. Sie verstehen sowohl übergreifende als auch detaillierte Informationen und können Argumente und Gegenargumente für oder gegen einen bestimmten Standpunkt nachvollziehen.</p> <p>Studierende können zu fachbezogenen Themen der Physik auf Englisch längere Fachtexte lesen und verstehen, z.B. Artikel in einschlägigen populärwissenschaftlichen Zeitschriften, Reviews, Berichte und Protokolle über Experimente, Instruktionstexte / Gebrauchsanweisungen (z.B. Experimentieranleitungen, Sicherheitsvorschriften). Sie verstehen problemlos in ihrem Fachgebiet fach- und wissenschaftsspezifischen Wortschatz, Terminologie, Satz- und Textstrukturen. Sie erkennen Argumente und Gegenargumente.</p> <p>Studierende können Lese- und Hörstrategien für das Englische effektiv im Fachbereich der Physik anwenden.</p>
<b>Inhalt</b>	Lektüre ausgewählter wissenschaftlicher Fachtexte der Physik mit Nomenklatur- und Wortschatzarbeit einschließlich der Aussprache von Symbolen und mathematischen Zeichen; Hören von wissenschaftlichen Beiträgen und Vorlesungen; produktive Verarbeitung des Gelesenen und Gehörten in Diskussionen; Erwerb von Lese- und Hörstrategien
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Niveaustufe B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.1" (3SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BMA2	Pflicht

### Modultitel **Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen**

**Modultitel (englisch)** Mathematics 2 - Calculus of Functions of More Than One Variable

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h
- Übung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

**Arbeitsaufwand** 9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. Meteorologie

**Ziele** Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Modules ein grundlegendes Verständnis der Analysis haben und selbstständig Problemstellungen diesbezüglich lösen.

**Inhalt**

- Funktionenfolgen: Gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen
- Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher: Ableitung von Funktionen  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ , Kettenregel, Auflösungssätze, Taylorscher Satz, Extrema
- Gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsmethoden

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis" Teil 1 & 2, 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009
- H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker" Band 1&2, Vieweg+Teubner 2011

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (4SWS)
	Übung "Mathematik 2 - Analysis von Funktionen mehrerer Variablen" (2SWS)

# Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BW111	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Fachübergreifende Einführung in die Informatik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Introduction to Computer Science
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Informatik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Fachübergreifende Einführung in die Informatik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h</li> <li>• Übung "Fachübergreifende Einführung in die Informatik" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 65 h Selbststudium = 110 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Fachübergreifende Einführung in die Informatik. Bei allen Themen stehen grundlegende Einsichten und Begriffe im Vordergrund. An ausgewählten Beispielen werden wichtige Methoden für Algorithmen erläutert. Die Studenten erhalten grundlegende Einblicke in folgende Themen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Prinzipieller Aufbau und Arbeitsweise von (endlichen) Automaten und Computern</li> <li>(2) Aufbau von Netzwerken, Internet</li> <li>(3) Datensicherheit</li> <li>(4) Effizienz von Algorithmen, Grenzen der Berechenbarkeit.</li> </ol>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repräsentation von Daten/Programmen durch physikalische Zustände von Speichereinheiten, magnetisierbaren Platten usw.</li> <li>- Logische Gatter, disjunktive Normalform, Aufbau von Speicher (mit logischen Gattern)</li> <li>- Uhren und Taktgeber</li> <li>- Einfache Beispiele für Automaten (z. Bsp. texterkennende Automaten), prinzipieller Aufbau von endlichen Automaten</li> <li>- Repräsentation von Zahlen, Text und stetigen Daten</li> <li>- von Neumann-Rechner: Aufbau und Funktionsweise, Aufbau eines Rechners, Opcode, Befehlsgruppen, Beispiele für Programme in Maschinensprache</li> <li>- Einführung zu höheren Programmiersprachen</li> <li>- Protokolle als Bausteine eines Netzwerks, Protokollschichten, Internetprotokolle (TCP/UDP/ICMP/IP und einige Anwendungsprotokolle, aber auch ARP, Ethernet)</li> <li>- Adressierung, Routing (DNS, DHCP)</li> <li>- Geschichte des Internet, wichtige Organisationen</li> <li>- Erklärung einer Reihe von Begriffen wie z. Bsp. Cookies/LSO's und sicherheitsrelevante Bemerkungen</li> <li>- Datenkompression (Huffman-Kodierung u.a.), der Informationsbegriff in der Informatik</li> <li>- CRC-Checks, fehlertolerante Kodierung</li> <li>- Datenverschlüsselung (symmetrisch, asymmetrisch: AES, RSA), digitale</li> </ul>

Unterschriften, Zertifikate - Zertifizierungsstellen, Zero-Knowledge-Protokolle

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - unter [www.informatik.uni-leipzig.de](http://www.informatik.uni-leipzig.de) und im Vorlesungsverzeichnis

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Fachübergreifende Einführung in die Informatik" (2SWS)
	Übung "Fachübergreifende Einführung in die Informatik" (3SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BW112	Wahlpflicht

### Modultitel Grundlagen der Technischen Informatik

**Modultitel (englisch)** Fundamentals of Computer Science

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Informatik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Grundlagen der Technischen Informatik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h
- Übung "Grundlagen der Technischen Informatik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 25 h Selbststudium = 40 h
- Praktikum "Grundlagen der Technischen Informatik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. Physik

**Ziele**

Der Modul vermittelt physikalische und elektrotechnische Prinzipien des Aufbaus und der Arbeitsweise von Rechnersystemen. Dabei soll verstanden werden, wie digitale Daten durch elektrische Größen rechnerintern dargestellt werden, wie einfache digitale Berechnungsfunktionen realisiert und wie diese zu komplexen Systemen zusammengefasst werden können. Dieser Modul soll durch praktischen Übungen auch den Zugang zur Technik erleichtern, so dass die Studenten im Rahmen der durchgeführten Versuche auch selbst einfache Schaltungen aufbauen und diese mit Hilfe von Messgeräten analysieren. Das Grundwissen über diese technischen Zusammenhänge fördert das Verständnis über die Funktionsweise von Rechnersystemen, deren Stärken und Grenzen. Den Studenten/innen vermittelt das Modul somit Kenntnisse über grundlegende Problemstellungen der technischen Informatik und dazugehörige Lösungsmöglichkeiten.

**Inhalt**

- Grundlagen der Schaltungstechnik und Transistoren als Schalter
- Darstellung, Entwurfsminimierung und -realisierung digitaler Schaltungen
- Aufbau und Funktionsweise von Rechnersystemen inklusive deren Peripherie

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - unter [www.informatik.uni-leipzig.de](http://www.informatik.uni-leipzig.de) sowie im Vorlesungsverzeichnis

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: 5 Testate a 15 Min. im Praktikum</i>	
	Vorlesung "Grundlagen der Technischen Informatik" (2SWS)
	Übung "Grundlagen der Technischen Informatik" (1SWS)
	Praktikum "Grundlagen der Technischen Informatik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BEP2	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre &amp; Optik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 2 - Electricity & Optics
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre &amp; Optik" (5 SWS) = 75 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 225 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre &amp; Optik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. Physik</li> <li>- B.Sc. Meteorologie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Elektrodynamik und der Optik;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Statische elektrische Felder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coulombsches Gesetz, elektrische Ladung, elektrisches Feld, Potential und Spannung, elektrischer Dipol, Kondensator, dielektrische Verschiebung, Gaußsches Gesetz.</li> </ul> <p>Statische magnetische Felder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromdichte, Magnetfeld, Biot-Savartsches Gesetz, Kräfte auf Leiter, magnetischer Dipol, Amperesches Gesetz.</li> </ul> <p>Bewegte Ladungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ladungsträger in elektrischen und magnetischen Feldern, Lorentzkraft.</li> </ul> <p>Elektromagnetische Eigenschaften der Materie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metalle, Halbleiter, Dielektrika, Ferroelektrika, Elektrolyte und galvanische Elemente, Dia- und Paramagnetismus, Ferromagnetika, Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln, magneto- und thermoelektrische Effekte.</li> </ul> <p>Zeitabhängige Felder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maxwell Gleichungen, magnetischer Fluss, Induktivität, Schaltkreise, Impedanz, komplexe Darstellung von Wechselstrom- und spannung.</li> </ul> <p>Elektromagnetische Wellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wellengleichung, elektromagnetisches Spektrum, ebene und Kugelwellen, Energietransport und Poynting-Vektor, Polarisation, Reflexion und Transmission, Fresnelsche Formeln, Hertz'scher Dipol.</li> </ul> <p>Spezielle Relativitätstheorie.</p> <p>Geometrische Optik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion, Brechung, Spiegel, Linsen, Prismen, Optische Instrumente,</li> </ul>

Dispersion, Abbildungsfehler.  
 Wellenoptik:  
 - Huygens'sches Prinzip, Beugung, Interferenz, Kohärenz, Interferometer, Einzel- und Doppelspalt, Beugungsgitter.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Demtröder "Elektrizität und Optik" Springer-Verlag 2009
- Alonso, Finn "Physics" Oklenbourg 2000
- Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of physics" Wiley-VCH 2009
- A. P. French "Special Relativity", The M.I.T. Introductory Physics Series

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre & Optik" (5SWS)
	Übung "Experimentalphysik 2 - Elektrizitätslehre & Optik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BGP2	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Physikalisches Grundpraktikum 2</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Undergraduate Physics Laboratory 2
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	• Praktikum "Grundpraktikum 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- erwerben ein vertieftes Verständnis physikalischer Zusammenhänge;</li> <li>- kennen grundlegende experimentelle Techniken, wichtige Regeln der Protokollführung und einfache Verfahren der Datenanalyse;</li> <li>- haben Kritikfähigkeit entwickelt, um die durchgeführten Experimente zu bewerten;</li> <li>- können die Ergebnisse präsentieren;</li> <li>- haben gelernt, im Team zu arbeiten und wissenschaftlich untereinander zu kommunizieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Das Praktikumsmodul BGP2 bildet einen zentralen Bestandteil der grundlegenden Ausbildung in Experimentalphysik, in dessen Mittelpunkt die physikalischen Messmethoden und die Analyse von Messunsicherheiten stehen. Der Inhalt ist mit dem Modul Experimentalphysik 2 abgestimmt.</p> <p>Das Grundpraktikum 2 besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil sind 5 Experimente aus den Bereichen Elektrizitätslehre und Optik durchzuführen. Im zweiten Teil wählen die Studierenden einen Versuch aus den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre oder Optik aus, der vertiefend bearbeitet wird. Die Ergebnisse dieses Versuchs werden auf einem Poster präsentiert.</p> <p>Das Praktikum setzt eine intensive Vorbereitung auf jeden Versuch voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbständigkeit bearbeitet werden können.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul 12-PHY-BGP1
<b>Literaturangabe</b>	W. Schenk, F. Kremer (Hrsg.) "Physikalisches Praktikum" Vieweg+Teubner, 13. Auflage, 2011
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1	Praktikum "Grundpraktikum 2" (4SWS)
Posterpräsentation, mit Wichtung: 1	

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW1C	Wahlpflicht

### Modultitel **Chemie für Physiker**

**Modultitel (englisch)** Chemistry for Physicists

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Chemie für Physiker" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 65 h Selbststudium = 110 h
- Übung "Chemie für Physiker" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- Lehramt Physik

**Ziele**

Die Studierenden

- erweitern ihre naturwissenschaftliche Grundbildung;
- entwickeln ein grundlegendes Verständnis der Prinzipien, Modelle und Methoden der Chemie sowie der zugrunde liegenden Nomenklatur;
- sind in der Lage, mit ihrem erworbenen Wissen an weiterführenden Veranstaltungen in dieser Fachrichtung teilzunehmen.

**Inhalt**

- Struktur der Materie, Isomerie, Stereochemie
- chemische Bindung, chemisches Gleichgewicht
- chemische Reaktionen, Stöchiometrie, Säuren und Basen
- Energie chemischer Reaktionen, Reaktionskinetik
- Chemie der Hauptgruppenelemente
- Chemie der Nebengruppenelemente, Komplexchemie
- organische Chemie, funktionelle Gruppen
- Metallorganik
- Makromoleküle

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- James E. Brady, John R. Holum, Chemistry. The Study of Matter and Its Changes, John Wiley & Sons Inc., 2nd ed., New York, Chistester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1996.
- Charles E. Mortimer, Chemie: Das Basiswissen der Chemie, 9 th ed., Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 2007.
- Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, Chemistry. The Central Science, 11th ed., Pearson Education Inc., Upper Saddle River, NJ, 2009.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Chemie für Physiker" (3SWS)
	Übung "Chemie für Physiker" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW1MA	Wahlpflicht

### Modultitel Einführung in Mathematica

**Modultitel (englisch)** Introduction to Mathematica

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Einführung in Mathematica" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h
- Übung "Einführung in Mathematica" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 65 h Selbststudium = 110 h

**Arbeitsaufwand** 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- Lehramt Physik

**Ziele**

Die Studierenden

- lernen den Umgang mit dem CAS Mathematica;
- erhalten eine Einführung in die Programmierung mit Mathematica;
- lernen selbstständig Probleme mit Mathematica zu lösen.

**Inhalt**

1. Die Notebookschnittstelle
2. Das Helpsystem
3. Input-Arbeit (hier auch die elementaren Funktionen)
4. Rechnen mit Zahlen (exakt, genähert); Kontrolle der Rechengenauigkeit
5. Die Evaluierungsschleife von Mathematica
6. Programmierelemente (Folgen von Ausdrücken, Wertzuweisungen, Definitionen, Muster, Regeln)
7. Listen in Mathematica
8. Programmieren in Mathematica
9. Reine Funktionen, Map und Apply
10. Symbolisches Rechnen mit rationalen Ausdrücken (rationalen Funktionen)
11. Potenzreihen, Entwicklung von Funktionen in Potenzreihen
12. Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen
13. Differenzieren (eine und mehrere Variable)
14. Integrieren
15. Differentialgleichungen, Rand- und Anfangswertprobleme
16. Graphik in Mathematica
17. Programmieren großer Mathematica-Pakete (erster Einblick)

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Wolfram, S., Mathematica, Addison-Wesley, 1992 (oder aktuelle Ausgabe)
- Kofler, M., Mathematica, Addison-Wesley, 1992
- Kofler, M., Gräbe, H.-G., Mathematica, Addison-Wesley, 2002
- Maeder, R., Programming in Mathematica, 3. Aufl., 1997

- Gaylord, R., Kamin, S.N., Wellin, P.R., Introduction to Programming with Mathematica, TELOS, 1993
- Maeder, R., Informatik für Mathematiker und Naturwissenschaftler, Addison-Wesley, 1993

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Ausgegebene Hausaufgaben. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Einführung in Mathematica" (2SWS)
	Übung "Einführung in Mathematica" (3SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW1NUM	Wahlpflicht

### Modultitel Numerische Methoden in der Physik

**Modultitel (englisch)** Numerical Methods in Physics

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Numerische Methoden in der Physik" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 65 h Selbststudium = 110 h
- Übung "Numerische Methoden in der Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 40 h Selbststudium = 70 h

**Arbeitsaufwand** 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

**Ziele** Vermittlung von grundlegenden numerischen Methoden zur Lösung von typischen Problemstellungen sowohl in der experimentellen als auch theoretischen Physik.

**Inhalt** Interpolations- und Extrapolationsverfahren; Sortierverfahren; Extremierungsalgorithmen; Lineare Algebra (Inversion von Matrizen, Eigenwertbestimmung); Lösungsverfahren für nichtlineare Gleichungen (Nullstellenbestimmung, Fixpunktsatz); numerische Differentiation und Integration; "Least Squares" Fitverfahren; ("Fast") Fouriertransformation; statistische Analysemethoden; Einführung in algebraische Computerprogramme

**Teilnahmevoraussetzungen** Elementare Programmierkenntnisse in C oder Fortran

**Literaturangabe** - W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, and B.P. Flannery, "Numerical Recipes 3rd Edition - The Art of Scientific Computing" (Cambridge University Press, Cambridge, 2007)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Numerische Methoden in der Physik" (3SWS)
	Übung "Numerische Methoden in der Physik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-EPHYB22	Wahlpflicht

### Modultitel **Englisch für Physiker B2.2**

**Modultitel (englisch)** English for Physicists 2

**Empfohlen für:** 2./4./6. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Sprachenzentrums

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen** • Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.2" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • B.Sc. Physik  
• M.Sc. Physik

**Ziele** Studierende können wissenschaftliches Englisch im Fach Physik entsprechend der Niveaustufe B2 des GER selbstständig verwenden. Sie können zu verschiedenen fachbezogenen Themen der Physik wissenschaftliche Textsorten auf Englisch verfassen (z.B. Protokoll, Zusammenfassung) und verwenden dabei fachspezifischen Wortschatz, Terminologie sowie Satz- und Textstrukturen. Sie können zusammenfassende und detaillierte Informationen wiedergeben oder Argumente und Gegenargumente für oder gegen einen bestimmten Standpunkt darlegen. Studierende können adressatengerechte Anschreiben und E-Mails im akademischen Umfeld erstellen (z.B. Bewerbungsunterlagen für Praktika und weiterführendes Studium).

Studierende können sich mündlich so spontan und fließend zu fachbezogenen Themen der Physik auf Englisch äußern, dass ein normales Gespräch mit kompetenten Sprechern des Englischen gut möglich ist. Sie können klar und detailliert zu einem breiten Themenspektrum ihres Fachgebiets vortragen und sich an Diskussionen beteiligen. Sie können Argumente und Gegenargumente kontextadäquat vertreten, ihre Ansichten begründen und verteidigen und verwenden dazu wissenschaftssprachlichen Wortschatz, Terminologie, Satz- und Diskursmuster aus dem Fachbereich Physik.

Studierende können effektive Recherchemethoden im Fachbereich der Physik anwenden.

**Inhalt** Verfassen von englischen Texten zu fachbezogenen Themen (z.B. Protokolle, Argumentationen); Präsentation eines computer-gestützten Fachvortrags; Diskussion zu Fachthemen und Simulation berufsbezogener Situationen (z.B. Beschreibungen von Vorgängen, Geräten, Experimenten, Auswertung experimenteller Ergebnisse, Interpretation von graphischen Darstellungen, E-Mails an akademisches Lehrpersonal, Bewerbungsschreiben für Praktikum/Masterstudiengang/Stipendium)  
Mit erfolgreichem Abschluss der Module Englisch für Physiker B2.1 und B2.2 besteht die Möglichkeit, das UNIcert-Fachsprachenzertifikat der Stufe II zu erwerben. Weiter Informationen unter [www.sprachenzentrum.uni-leipzig.de](http://www.sprachenzentrum.uni-leipzig.de)

**Teilnahmevoraussetzungen** Niveaustufe B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	Sprachkurs "Englisch für Physiker B2.2" (3SWS)
Mündliche Prüfung 15 Min., mit Wichtung: 1	

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BMA3	Pflicht

**Modultitel**                    **Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen**

**Modultitel (englisch)**    Mathematics 3 - Vector Calculus and Partial Differential Equations

**Empfohlen für:**                3. Semester

**Verantwortlich**                Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer**                            1 Semester

**Modulturnus**                    jedes Wintersemester

**Lehrformen**                    • Vorlesung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h  
 • Übung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

**Arbeitsaufwand**                9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**                - B.Sc. Physik  
 - B.Sc. Meteorologie

**Ziele**                             Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Modules die Grundlagen Vektoranalysis beherrschen und Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen kennen sowie diese selbstständig auf Problemstellungen anwenden können.

**Inhalt**                            - Vektoranalysis (Rotation, Divergenz, Gradient)  
 - Kurvenintegrale im  $\mathbb{R}^n$ : Rektifizierbare Kurven, Kurvenintegrale, Wegunabhängigkeit, Potentialfelder  
 - Gebietsintegrale und Oberflächenintegrale: Variablentransformation, Flächen, Sätze von Gauß und Stokes im  $\mathbb{R}^3$   
 - Einführung in die Funktionentheorie: Residuentheorie  
 - Partielle Differentialgleichungen, Überblick über die wichtigsten partiellen Differentialgleichungen der Physik (insbesondere Wellengleichung, Laplacegleichung, Wärmeleitungsgleichung), Beispiele für Lösungsmethoden

**Teilnahmevoraussetzungen**    keine

**Literaturangabe**                - H. Heuser "Lehrbuch der Analysis" Teil 1 & 2, 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009  
 - H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker" Band 1&2, Vieweg+Teubner 2011  
 - K. Goldhorn, H. Heinz "Mathematik für Physiker 3: Partielle Differentialgleichungen- Orthogonalreihen, Integraltransformationen" Springer-Verlag 2008

**Vergabe von Leistungspunkten**    Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (4SWS)

Übung "Mathematik 3 - Vektoranalysis & partielle Differentialgleichungen" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BEP3	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 3 - Atome &amp; Quantenphänomene</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 3 - Atoms and Quantum Phenomena
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Atome &amp; Quantenphänomene" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 3 - Atome &amp; Quantenphänomene" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte aus der Quantenmechanik, Atomaufbau und Quantenstatistik;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Experimentelle Grundlagen der Quantenstatistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung, Photonengas, Plancksches Strahlungsgesetz Rutherford-Streuung, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus.</li> </ul> <p>Einführung in die Quantenmechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wellenfunktion, Schrödinger-Gleichung, Quantenzustände, Potentialtopf, Tunneleffekt, Korrespondenzprinzip, Unschärferelation.</li> </ul> <p>Das Wasserstoffatom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spektrallinien, Schrödinger-Gleichung, Orbitale, Kugelflächenfunktionen, Drehimpulsquantisierung.</li> </ul> <p>Atome mit mehreren Elektronen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spin und Stern-Gerlach-Versuch, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regeln, Systematik des Atombaus, Periodensystem, Atome in äußeren Feldern, Zeeman-Effekt, Paschen-Back-Effekt, Stark-Effekt, optische Übergänge, Auswahlregeln.</li> </ul> <p>Grundlagen der Quantenstatistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Boltzmann-, Fermi-Dirac-, Bose-Einstein-Statistik, Bose-Einstein-Kondensation, Superfluidität, ultrakalte Quantengase.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demtröder "Atome, Moleküle, Festkörper" Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009</li> <li>- Haken, Wolf "Atom- und Quantenphysik: Einführung in die experimentellen und theoretischen Grundlagen" Springer 2004</li> </ul>

- Alonso, Finn "Physics" Oklenbourg 2000
- C.J. Foot "Atomic Physics", Oxford Master Series 2005

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Atome & Quantenphänomene" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 3 - Atome & Quantenphänomene" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BGP3	Pflicht

### Modultitel **Physikalisches Grundpraktikum 3**

**Modultitel (englisch)** Basic Physics Laboratory 3

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Leiter Physikalisches Grundpraktikum

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Praktikum "Grundpraktikum 3" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. Physik

**Ziele** Die Studierenden

- erwerben ein vertieftes Verständnis physikalischer Zusammenhänge;
- kennen grundlegende experimentelle Techniken, wichtige Regeln der Protokollführung und einfache Verfahren der Datenanalyse;
- haben Kritikfähigkeit entwickelt, um die durchgeführten Experimente zu bewerten;
- können die Ergebnisse präsentieren;
- haben gelernt, im Team zu arbeiten und wissenschaftlich untereinander zu kommunizieren.

**Inhalt** Im Grundpraktikum 3 sind 10 Experimente aus den Bereichen Elektrizitätslehre, Optik und Atomphysik durchzuführen.

Das Praktikum setzt eine intensive Vorbereitung auf jeden Versuch voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbständigkeit bearbeitet werden können.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BGP1 und -BGP2

**Literaturangabe** W. Schenk, F. Kremer (Hrsg.) "Physikalisches Praktikum" Vieweg+Teubner, 13. Auflage, 2011

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Grundpraktikum 3" (4SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP1	Pflicht

### Modultitel **Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik**

**Modultitel (englisch)** Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h
- Übung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. Physik

**Ziele** Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien und Formalismen der Theoretischen Mechanik, gewinnen einen ersten Einblick in die systematisierende Denkweise und formale Beschreibung von physikalischen Inhalten und erfassen dieses Herangehen als für den Aufbau physikalischer Theorien wesentlich. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Theoretischen Mechanik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Theoretischen Mechanik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Theoretischen Mechanik argumentativ darzustellen und zu begründen. Die Studierenden werden auf die Quantenmechanik und Statistische Physik vorbereitet.

**Inhalt**

Newtonsche Mechanik:

- Newtonsche Axiome
- Nichtinertialsysteme
- Erhaltungssätze
- Keplerproblem
- Mechanik der Massepunkte und starren Körper
- kleine Schwingungen

Lagrange-Methoden:

- Zwangsbedingungen
- Lagrange-Gleichungen 1. und 2. Art
- Noether-Theorem
- Hamiltonsches Prinzip

Hamiltonsche Mechanik:

- Hamiltonsche Gleichungen
- kanonische Transformationen
- Hamilton-Jacobi-Gleichung
- Integrierte Systeme

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - J. Hohnerkamp, H. Römer: "Theoretical Physics: A Classical Approach", Springer, 1993  
- H. Goldstein, C.P. Poole, J. Safko: "Classical Mechanics", Wiley, 2006

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (2SWS)

# Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BW2MA4	Wahlpflicht

**Modultitel** **Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen**

**Modultitel (englisch)** Mathematics 4 - Further Mathematics for Physicists

**Empfohlen für:** 4. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Mathematik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h
- Übung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studenten/Studentinnen sollen am Ende des Modules die Grundlagen der Integrationstheorie, der Funktionalanalysis und Differentialgeometrie beherrschen und selbstständig Problemstellungen lösen.

**Inhalt**

- Einführung in die Lebesguesche Maß- und Integrationstheorie
- Theorie der Operatoren im Hilbertraum
- Einführung in Differentialgeometrie und Lie-Gruppen

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis Teil 2" Vieweg+Teubner 2009
- I. Agricola, T. Friedrich "Vektoranalysis" Vieweg+Teubner 2010
- H. Heuser "Funktionalanalysis" Teubner 2006

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

## Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (4SWS)
	Übung "Mathematik 4 - Weiterführende Mathematik für Physiker/innen" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BEP4	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Physics 4 - Complex Quantum Systems: Molecular, Nuclear and Particle Physics
<b>Empfohlen für:</b>	4. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Molekülphysik, Kernphysik und Elementarteilchenphysik;</li> <li>- sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen;</li> <li>- können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Molekülphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theorie der chemischen Bindung. Adiabatische Näherung. Orbitale (LCAO). Rotations- und Schwingungsspektroskopie (Raman, Brillouin). Franck-Condon-Prinzip.</li> </ul> <p>Kernphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle. Kernreaktionen und -zerfälle</li> </ul> <p>Elementarteilchenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementarteilchen, Prozesse, Symmetrien. Beschleuniger und Nachweismethoden. Starke, Elektromagnetische, Schwache Wechselwirkung.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demtröder "Atome, Moleküle, Festkörper" Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009</li> <li>- Haken, Wolf "Moleküle und Quantenchemie" Springer Berlin Heidelberg 2006</li> <li>- Haken, Wolf "Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry" Springer 2010</li> <li>- Haken, Wolf "Atom- und Quantenphysik" Springer Berlin Heidelberg 2004</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

## Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMAME2	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Methoden 2 - Methoden der modernen Physik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Methods for Physicists 2 - Methods of Modern Physics
<b>Empfohlen für:</b>	4. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Mathematische Methoden 2 - Methoden der modernen Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Mathematische Methoden 2 - Methoden der modernen Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	Die Studierenden sollen Rechenmethoden der modernen Physik beherrschen.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungen von Distributionen und Fouriertransformation</li> <li>- Operatoren und Eigenfunktionsentwicklung</li> <li>- spezielle Funktionen</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis Teil 1" 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009</li> <li>- H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker, Band 1" Vieweg+Teubner 2011</li> <li>- Mathematical Methods in the Physical Sciences, M.L. Boas, Wiley 2005</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Mathematische Methoden 2 - Methoden der modernen Physik" (2SWS)
	Übung "Mathematische Methoden 2 - Methoden der modernen Physik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP2	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretical Physics 2 - Quantum Mechanics
<b>Empfohlen für:</b>	4. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erfassen die Grundbegriffe zur Beschreibung von physikalischen Systemen in der Quantenmechanik;</li> <li>- kennen das Konzept und den formalen Apparat der Quantenmechanik sowie typische Anwendungsbereiche;</li> <li>- können damit relevante einfache Sachverhalte bearbeiten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementare Phänomene, Schrödingergleichung, Superpositionsprinzip, Zustände im Hilbertraum</li> <li>- Observable, Operatoren im Hilbertraum, Erwartungswert, Spektrum, Streuung, Zeitentwicklung, Unschärferelation</li> <li>- Eindimensionale Probleme</li> <li>- Theorie des Drehimpuls, Spin</li> <li>- Zentralpotentiale, Einführung in Streutheorie und Störungstheorie</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A. Messiah: "Quantum Mechanics", Dover, 1999</li> <li>- F. Schwabl: "Quantenmechanik", Springer, 2008</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW2PP1	Wahlpflicht

### Modultitel **Projektpraktikum 1**

**Modultitel (englisch)** Project Oriented Laboratory Course 1

**Empfohlen für:** 4. Semester

**Verantwortlich** Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen** • Praktikum "Projektpraktikum 1" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 240 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. Physik

**Ziele** Die Studierenden

- erwerben ein vertieftes Verständnis physikalischer Zusammenhänge;
- haben gelernt, physikalische Ideen technisch umzusetzen;
- können ein Projekt eigenständig planen und umsetzen;
- können Verlauf und Ergebnisse eines Projekts präsentieren;
- haben gelernt, im Team zu arbeiten und wissenschaftlich untereinander zu kommunizieren.

**Inhalt** Im Praktikumsmodul BW2PP1 wird die Projektentwicklung von der physikalischen Idee, über die technische Ausführung bis zur Präsentation eines fertigen Messsystems durchgespielt. Wichtige Aufgaben dieses Moduls sind die Stärkung der Eigenmotivation der Studierenden, die Einführung von Elementen des Zeit- und Projektmanagements in das Studium und die Vermittlung technischer Kenntnisse in der Mess- und Regelungstechnik sowie der Programmiersprache Labview.

Die Studierenden wählen aus den Versuchskonzepten

1. Scanning Vektormagnetometer

2. Scanning Spektrometer

eines zur Realisation eines Messsystems aus. Die Studierenden planen die feinmechanischen Teile des Systems, bauen das Messsystem (Feinmechanik, Messgeräte, computerisierte Ansteuerung) auf, erstellen eine automatische Steuerung mit der Programmiersprache Labview und führen Testmessungen mit dem System durch.

Das Projektpraktikum wird mit einer Präsentation abgeschlossen.

Der Inhalt ist mit den Modulen Experimentalphysik 1 und 2 abgestimmt.

Das Praktikum setzt ein intensives Selbststudium voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbständigkeit bearbeitet werden können.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BEP1, -BEP2, -BGP1 bis -BGP3

**Literaturangabe**            keine

**Vergabe von Leistungspunkten**    Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Referat 20 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung</i>	
	Praktikum "Projektpraktikum 1" (6SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW2PP2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Projektpraktikum 2 - "Externes Praktikum"</b> Fachnahe Schlüsselqualifikation
<b>Modultitel (englisch)</b>	Project Practical 2 - 'External Intership' Subject-related Key Qualification
<b>Empfohlen für:</b>	4. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	• Praktikum "Projektpraktikum 2" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 240 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	Die Studierenden - erhalten die Möglichkeit sich durch ein Praktikum in einem Betrieb/einer Firma/einer Forschungseinrichtung/anderen Einrichtungen eine individuelle Lernbiographie zuzulegen, die sie von anderen Bachelorabsolventen/innen abgrenzt; - ihre im Studium erlernten Kompetenzen anzuwenden und zu erweitern; - erwerben eine erste Orientierung auf dem Arbeitsmarkt bzw in forschenden Einrichtungen.
<b>Inhalt</b>	Der/die Studierende sucht sich einen Betrieb, eine Firma, ein Forschungsinstitut oder Ähnliches, in der er/sie seine/ihre im Studium erworbenen analytischen und problemlösenden Fähigkeiten anwendet, um Aufgabenstellungen zu bewältigen. Der Fokus hierbei liegt auf der Erweiterung seiner/ihrer Kompetenzen. Zusammen mit dem Betrieb, der Firma, der Forschungseinrichtung oder Ähnlichem wird eine Aufgabenstellung entwickelt, die innerhalb des vorgegebenen Workloads zu bewältigen ist. Diese Aufgabenstellung zeigt detailliert welches Projekt bearbeitet werden soll, worin darin die analytischen und problemlösenden Fähigkeiten des/der Studierenden bestehen und welche Kompetenzen der/die Studierende dabei erlangt. Diese Aufgabenstellung wird dem Prüfungsausschuss vorgestellt, die darüber entscheidet ob das angestrebte Praktikum den Ansprüchen genügt. Am Ende jedes Semesters gibt es eine öffentliche Modulkonferenz, in der alle Studierenden, die das Modul belegt haben, in einer 3h Posterpräsentation anderen Studierenden vortragen, woran sie gearbeitet haben und in welchem Rahmen sie neben Fach- und Methodenkompetenzen auch ihre Selbst- und Sozialkompetenzen erweitert haben.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Vorstellung der Aufgabenstellung vor dem Prüfungsausschuss.
<b>Literaturangabe</b>	keine

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Posterpräsentation, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Projektpraktikum 2" (6SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3SU1	Wahlpflicht

### Modultitel **Supraleitung I**

**Modultitel (englisch)** Superconductivity I

**Empfohlen für:** 4./6. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Supraleitung I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
- Übung "Supraleitung I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP
- Lehramt Physik

**Ziele**

Die Studierenden

- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;
- werden mit den wichtigsten Phänomenen der Supraleitung vertraut;
- lernen typische Anwendungen der Supraleitung kennen.

**Inhalt**

- Phänomenologie der Supraleiter vom Typ I und Typ II
- Londonsche Theorie der Supraleitung
- Ginzburg-Landau-Theorie
- Problem der Verankerung von Flusslinien und ihre Bedeutung für Anwendungen

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- D. R. Tilley and J. Tilley: Superfluidity and Superconductivity
- M. Tinkham: Introduction to Superconductivity
- R. P. Huebener: Magnetic Flux Structures in Superconductors
- P. G. de Gennes: Superconductivity of Metals and Alloys
- W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Bearbeiten von vier Übungsblättern. Für die bewerteten Übungsblätter werden Punkte vergeben.  
Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte.*

Vorlesung "Supraleitung I" (2SWS)

Übung "Supraleitung I" (1SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BEP5	Pflicht

### Modultitel **Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik**

**Modultitel (englisch)** Experimental Physics 5 - Solid State Physics

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h
- Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

**Arbeitsaufwand** 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** - B.Sc. Physik

**Ziele** Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Festkörperphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Festkörperphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Festkörperphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Festkörperphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.

**Inhalt**

Drude-Modell:

- Freies Elektronengas, Hall-Effekt, Frequenzabhängige Leitfähigkeit. Optische Eigenschaften.

Kristalle:

- Chemische Bindungen in Festkörpern.
- Kristallstrukturen.
- Bravaisgitter und Reziprokes Gitter.
- Beugungsmethoden.

Gitterschwingungen:

- Klassische und Quantentheorie des Harmonischen Gitters.
- Phononen. Zustandsdichte.
- Thermische Eigenschaften.
- Elastische Konstanten.
- Spektroskopische Methoden.

Leitungselektronen in Festkörpern:

- Blochsches Theorem.
- Quasi-freies Elektronen Modell.
- Bändermodell. Tight-Binding Modell.
- Elektrische und Thermische Eigenschaften.
- Magnetotransport-Phänomene.
- Grundlagen der Halbleiterphysik und Supraleitung.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

### Literaturangabe

- C. Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley)
- J. Sólyom: Fundamentals of the Physics of Solids (Vol. 1 and 2) (Springer)
- S. Hunklinger: Festkörperphysik (Springer)
- G. Grosso and G. P. Parravicini: Solid State Physics (Academic Press)
- Ashcroft and Mermin: Solid State Physics (Holt-Saunders Int. Ed.)
- Ibach and Lüth: Solid-State Physics (Springer)
- Duan and Guojun, Introduction to Condensed Matter Physics Vol. 1 (World Scientific)

### Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BFP	Pflicht

### Modultitel Fortgeschrittenen Praktikum

**Modultitel (englisch)** Advanced Laboratory Course

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Leiter Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Fortgeschrittenen Praktikum" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 180 h Selbststudium = 270 h

**Arbeitsaufwand** 9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**  
- B.Sc. Physik  
- B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden

- erweitern ihre Kenntnisse über grundlegende experimentelle Verfahren der modernen Physik und machen sich mit anspruchsvoller physikalischer Experimentiertechnik auf Großgeräteniveau im wissenschaftlichen Umfeld der Fakultät vertraut;
- gewinnen eigene experimentelle Einblicke in spektroskopische Standardmethoden und deren theoretische Modellkonzepte zur Ergebnisinterpretation und können diese selbständig anwenden;
- lernen, sich in anspruchsvolle wissenschaftliche Aufgaben einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen, und die physikalischen Grundlagen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.

**Inhalt** Es sind insgesamt 6 Experimente zu absolvieren. Dazu wählen die Studierenden aus den folgenden Versuchskomplexen 6 Experimente aus:

- Kern- und Elektronenspin-Resonanz (NMR, EPR)
- Optisches Pumpen, Laserspektroskopie
- Molekül- und Gitterschwingungen (IR1+2, Raman, FTIR)
- Halbleiter (Photolumineszenz, Halleffekt)
- Elektronische Zustände (Franck-Hertz-Versuch, Farbzentren, Zeemaneffekt)
- Strukturanalyse mit Röntgenstreuung (XRD1+2)
- Radioaktivität (Gamma-, Alphaerfall)
- Raster-Sondenmikroskopie (AFM, STM), Massenspektrometrie

Das Praktikum setzt eine intensive Vorbereitung auf jeden Versuch voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbständigkeit bearbeitet werden können.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BGP1 bis -BGP3 oder -BEP1 bis -BEP4

**Literaturangabe** Nähere Informationen finden sich in den Versuchsbeschreibungen zu den Experimenten (einsehbar unter <http://home.uni-leipzig.de/physfp/>).

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung (Bearbeitungszeit der Protokolle: 2 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Fortgeschrittenen Praktikum" (6SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWEMB	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentelle Methoden der Biophysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Experimental Methods of Biophysics
<b>Empfohlen für:</b>	5./6. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Peter Debye Institutes für Physik der weichen Materie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	unregelmäßig
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• B.Sc. Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundsätzliche physikalische Techniken, welche zur Analyse and Untersuchung von biologischen Systemen zum Einsatz kommen. Mit den erworbenen Kenntnissen erhalten die Studenten eine Einführung in den Aufbau biologischer Materie. Sie werden befähigt, Fachliteratur, in denen biophysikalische Techniken zur Anwendung kommen, zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten.</p> <p>Sie können eine Methode der Biophysik in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.</p>
<b>Inhalt</b>	<p>Vorlesung:</p> <p>Ausgangspunkt der Vorlesung sind verschiedene Methoden der Biophysik zur Untersuchung der Struktur und Dynamik von biologischen Systemen und Prozessen. Die folgenden Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau von Zellen</li> <li>- Struktur und Dynamik von Biomolekülen</li> <li>- Herstellung und Separierung von biologischen Molekülen und Komplexen</li> <li>- Massenspektrometrie</li> <li>- Optische Spektroskopie (Absorptionsspektroskopie, Zirkulardichroismus, Fluoreszenzspektroskopie, Schwingungsspektroskopie)</li> <li>- Lichtmikroskopische Techniken</li> <li>- Kraftspektroskopie</li> <li>- Kernspinresonanzspektroskopie</li> <li>- Licht- und Röntgenstreuung</li> <li>- Verfahren zur Strukturbestimmung (Elektronenmikroskopie, Röntgenkristallographie)</li> <li>- Kalorimetrische Verfahren</li> <li>- Numerische Verfahren der Strukturmodellierung und Bioinformatik</li> </ul> <p>Seminar: Analysen von Publikationen und Präsentation zu ausgewählten Methoden.</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und</p>

Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Igor Serdyuk, Nathan Zaccai & Joseph Zaccai: Methods in Molecular Biophysics (Cambridge University Press)
- Iain Campbell: Biophysical Techniques (Oxford University Press)
- R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
- [https://biostat.wisc.edu/~kbroman/talks/giving\\_talks.pdf](https://biostat.wisc.edu/~kbroman/talks/giving_talks.pdf)

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (20 Min.)</i>	
	Vorlesung "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2SWS)
	Seminar "Experimentelle Methoden der Biophysik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWIOM2	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Plasmaphysik und Dünne Schichten</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Sprecher/in der Abteilung Angewandte Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. International Physics Studies Program</li> <li>• B.Sc. Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhalten einen Überblick über die Erzeugung von Plasmen und deren Wechselwirkung mit Oberflächen</li> <li>- lernen typische Anwendungen von Plasmen kennen und werden grundlegende Messmethoden fachgerecht anwenden</li> <li>- bekommen eine Einführung in moderne Verfahren der experimentellen Herstellung dünner Schichten</li> <li>- erschließen sich systematisch Grundprinzipien weiterführender Verfahren zur Charakterisierung von Oberflächen</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der Plasmaphysik</li> <li>- Grundlagen der Plasmaphysik</li> <li>- Plasma-Wand-Wechselwirkung</li> <li>- Plasma- und Ionenquellen</li> <li>- Depositionstechnologien für Dünne Schichten</li> <li>- Physik dünner Schichten</li> <li>- Ausgewählte Verfahren der Oberflächen- und Dünnschichtanalytik</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F.F. Chen, Plasma Physics and Controlled Fusion, Plenum Press, New York, 1984.</li> <li>- Lieberman, M.A., Lichtenberg, A.J.: "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", Wiley 1994</li> <li>- H. Bubert, H. Jenett (Eds.) "Surface and Thin Film Analysis, Principles, Instrumentation, Application", Wiley-VCH Verlag 2002</li> <li>- H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces", Springer, 2006</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

## Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2SWS)
	Seminar "Plasmaphysik und Dünne Schichten" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWOFP1	Wahlpflicht

### Modultitel **Oberflächenphysik, Nanostrukturen und dünne Schichten**

**Modultitel (englisch)** Surface Physics, Nanostructures and Thin Films

**Empfohlen für:** 5./6. Semester

**Verantwortlich** Sprecher/in der Abteilung Oberflächenphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** unregelmäßig

**Lehrformen**

- Vorlesung "Physik von Oberflächen, Nanostrukturen und dünnen Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Funktionale Oberflächen, Nanostrukturen und dünne Schichten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. International Physics Studies Program
- B.Sc. Physik

**Ziele** Nach aktiver Teilnahme am Modul besitzen die Studierenden einen umfassenden Überblick über die physikalischen Grundlagen von Oberflächen, Nanostrukturen und dünnen Schichten, sowie deren Anwendung in zukunftsweisenden Gebieten. Basierend darauf sind sie in der Lage, sich eigenständig in den genannten Gebieten anhand von Fachliteratur weiterzubilden, um letztendlich selbständig zu arbeiten. Im Rahmen des Seminars werden die Teilnehmer-(inn)en andererseits mit zentralen "soft skills" der Literaturrecherche, Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Vortrages und Präsentationstechniken vertraut gemacht.

**Inhalt** Vorlesung:

- Kristallstruktur, Thermodynamik, elektron. Eigenschaften von Oberflächen
- Oberflächenkinetik, Strukturbildung, Oberflächenreaktionen
- Funktionalisierung von Oberflächen und Wechselwirkung mit biologischen Zellen und Geweben, Biokompatibilität
- Präparation und Charakterisierung wohldefinierter Oberflächen
- Nanoclusters, -rods und -tubes, Synthese (Miniaturisierung - top-down-Verfahren, Printing / Selbstorganisation - bottom-up-Verfahren), Struktur, Thermodynamik, Kinetik, elektronische und magnetische Eigenschaften
- quantenmechanische Grundlagen niedrigdimensionaler Nanostrukturen
- funktionale Nanostrukturen für biologische und medizinische Anwendungen
- Physikalische Grundlagen dünner Schichten, Wachstumsmodi, Epitaxie, mechanische Spannungen in dünnen Schichten, Ionen- und elektronenstrahlgestützte Verfahren der Synthese und Analyse, funktionale Dünnschichten

Seminar:

Begleitend zur Vorlesung werden Vorträge zu speziellen Themen aus dem Bereich der Anwendung funktionaler Oberflächen, dünner Schichten und Nanostrukturen vergeben. Der Fokus liegt dabei auf Anwendungen in den Bereichen Medizin, Energie und Informationsverarbeitung

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces", Springer 2006  
B. Bushan, "Handbook of Nanotechnology", Springer, 2017

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Physik von Oberflächen, Nanostrukturen und dünnen Schichten" (2SWS)
	Seminar "Funktionale Oberflächen, Nanostrukturen und dünne Schichten" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQMAT	Wahlpflicht

### Modultitel **Quantenmaterie**

**Modultitel (englisch)** Quantum Matter

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Leiter Arbeitsgruppe Quantenoptik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Moderne Experimente der Atomphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Moderne Experimente der Atomphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. International Physics Studies Program
- B.Sc. Physik

**Ziele**

Die Studierenden lernen ein aktuelles Forschungsgebiet der physikalischen Institute kennen und erweitern bereits vorhandene Kenntnisse grundlegender physikalischer Konzepte der Quantenmechanik und Optik. Mit den erworbenen Kenntnissen werden die Studierenden befähigt, die Fachliteratur aus dem Bereich der modernen Atomphysik zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten. Sie können relevante Beispiele aus diesem Bereich in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.

**Inhalt**

In diesem Modul werden verschiedene Experimente der modernen Atomphysik besprochen, unter anderem aus den folgenden Bereichen:

- Kühlen atomarer Gase auf wenige Nanokelvin
- Atomare Bose-Einstein Kondensate und entartete Fermigase
- BEC-BCS Crossover, Polaronen und Quanten-Thermodynamik
- Atome in optischen Gittern: Quantensimulation von Bose-Hubbard Hamiltonians
- Hybride Atom-Festkörper Systeme: Cavity-QED für grundlegende Tests der Quantenmechanik
- Präzisionsmessungen mit atomaren Sensoren: Elektromagnetismus, Gravitation und fundamentale Konstanten

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (3 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Moderne Experimente der Atomphysik" (2SWS)
	Seminar "Moderne Experimente der Atomphysik" (2SWS)

# Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQT1	Wahlpflicht

## Modultitel **Quantentechnologie 1**

**Modultitel (englisch)** Quantum Technology 1

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Felix Bloch Instituts

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. IPSP
- B.Sc. Physik
- Lehramt Physik

**Ziele**

Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage

- sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, eine aktuelle Anwendung von Ionenstrahlen in Wissenschaft und Technik selbstständig zu erschließen und in Form einer Präsentation darzustellen
- Methoden und Herausforderungen der Ionenstrahltechnik zu erklären und zu bewerten
- das erlernte Wissen auf hypothetische Einsatzszenarien anzuwenden

**Inhalt**

In der Vorlesung werden Erzeugung und Anwendung von Ionenstrahlen behandelt. Im Bereich der Ionenimplantation werden dabei die klassischen Anwendungen im Bereich der Halbleitertechnik aufgezeigt und gleichzeitig die Grundlagen für das Verständnis der Anwendung von Ionenstrahlen zur Erzeugung quantenmechanischer Systeme gelegt.

Ein weiterer Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Vermittlung von Techniken der Ionenstrahlanalytik.

Themenkomplexe:  
Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner  
Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer  
Weitere Literatur wird im Rahmen der Lehrveranstaltungen bekanntgegeben.

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (15 Min.)</i>	
	Vorlesung "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (2SWS)
	Seminar "Ionenstrahlen und ihr Einsatz in Materialanalyse und -modifikation" (1SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP3	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretische Physik 3 - Statistische Physik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretical Physics 3 - Statistical Physics
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die grundlegenden Begriffe der statistischen Physik von klassischen und Quantensystemen im thermodynamischen Gleichgewicht;</li> <li>- können damit einfache relevante Sachverhalte bearbeiten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begriffe und Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentiale, Gleichgewichtsbedingungen, ideale und reale Gase, Phasenübergänge</li> <li>- Grundgedanken der kinetischen Gastheorie, statistische Mechanik des Gleichgewichts, klassische und Quantensysteme, Näherungsmethoden</li> <li>- Einführung in die Quantenstatistik</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F. Schwabl, "Statistische Mechanik", Springer, 2006</li> <li>- M. Kardar, "Statistical Mechanics of Particles", Cambridge University Press, 2007</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3CS1	Wahlpflicht

### Modultitel Einführung in die Computersimulation I

**Modultitel (englisch)** Introduction to Computer Simulation I

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Leiter der Abteilung Computer-orientierte Quantenfeldtheorie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Computersimulation I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Computersimulation I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP
- Lehramt Physik

**Ziele** Die Studierenden sind nach der aktiven Teilnahme am Modul in der Lage, die wesentlichen Konzepte und Methoden von Computersimulationen einzuordnen und unterschiedliche Lösungsstrategien zu analysieren. Sie kennen gängige Verfahren und deren Anwendung auf Beispiele aus der statistischen Physik. Die Studierenden können eigene Programmcodes für Modellprobleme erarbeiten, deren Leistungsfähigkeit testen und die Aussagekraft durch Vergleiche mit bekannten Grenzfällen überprüfen.

**Inhalt**

Molekulare Modellierung von Vielteilchensystemen:

- Grundbegriffe der Statistischen Physik (Statistische Gesamtheiten und Mittelwertbildung, Verteilungs- und Korrelationsfunktionen, thermodynamische Funktionen und Transportkoeffizienten)
- Computersimulationen von Vielteilchensystemen (Prinzipielle Methoden und Algorithmen, statistisch-mechanische Auswertungen)
- Molekulardynamik (MD) im NVE - Ensemble und mit Thermalisierung (NVT)
- Metropolis Monte-Carlo (MC)
- Auswertungen und Beziehung zum Experiment
- Anwendungen der MD- und MC-Methoden auf einfache Systeme

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- M.P. Allen and D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids, Clarendon Press, Oxford, 1987.
- R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik - Grundlagen und Anwendungen, mit Kapitel von H.L. Vörtler, Abriss der Monte-Carlo-Methode, Vieweg, Wiesbaden, 1995

- D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations; From Algorithms to Applications, Academic Press, San Diego, London, 2002

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Computersimulation I" (2SWS)
	Übung "Computersimulation I" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3HL1	Wahlpflicht

### Modultitel Halbleiterphysik I

**Modultitel (englisch)** Semiconductors I

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h
- Übung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 120 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

**Ziele**

Die Studierenden:

- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;
- eignen sich die Grundlagen der Halbleiterphysik an.

**Inhalt**

Es werden die Grundlagen der Halbleiterphysik erklärt, u.a. Kristallaufbau, Gitterschwingungen, Bandstruktur, Dotierungen, Transportphänomene, Oberflächen, optische Eigenschaften, Ladungsträger-Rekombination und Heterostrukturen.

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- M. Grundmann, The Physics of Semiconductors, Springer
- K. Seeger, Halbleiterphysik I und II, Vieweg und Teubner

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Zweiwöchentlich ausgegebene Hausaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

	Vorlesung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (4SWS)
	Übung "Halbleiterphysik I: Physik der Halbleiter" (1SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3HL2	Wahlpflicht

### Modultitel **Praktikum Halbleiterphysik**

**Modultitel (englisch)** Laboratory Work in Semiconductors

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Sprecher der Abteilung Halbleiterphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Praktikum "HLP-Praktikum" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**  
- B.Sc. Physik  
- B.Sc. IPSP

**Ziele** Die Studierenden

- erwerben theoretische und experimentelle Kenntnisse über grundlegende Herstellungs- und Charakterisierungsmethoden der modernen Halbleiterphysik;
- können Standardmethoden der experimentellen Halbleiterphysik selbständig anwenden und bewerten;
- lernen, sich in Halbleiter-physikalische Aufgabenstellungen einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.

**Inhalt** Das Modul begleitet das Modul Halbleiterphysik I. Es werden Experimente an modernen Apparaturen der Arbeitsgruppe Halbleiterphysik durchgeführt, die auch im täglichen Einsatz in aktuellen Forschungsprojekten verwendet werden.

Das Modul baut auf den im Bachelorstudium gewonnenen Kompetenzen zur praktischen Durchführung von Versuchen auf und ergänzt die Ausbildung im Wahlpflichtfach Halbleiterphysik im Bachelor- und Masterstudiengang.

Die Studenten führen pro Semester 8 vorgegebene Versuche nach vorgegebenem Zeitplan durch.

Das Praktikum HLP (I) umfasst die Züchtung dünner Filme (Pulsed Laser Deposition) und grundlegende Charakterisierungsmethoden der modernen Halbleiterforschung zur Struktur (SEM, RHEED, XRD), dem elektrischen Transport (Halleffekt), der strahlenden Rekombination (Photolumineszenz), zur dielektrischen Funktion (Ellipsometrie) und zu ferroischen Eigenschaften (ferroelektrische und magnetische Hysteresen).

Die Vorbereitung auf die Versuche erfolgt in Eigenarbeit an Hand der ausführlichen Skripte. Die Versuche werden unter Anleitung eines Betreuers durchgeführt. Die Versuchsauswertung erfolgt durch ein vorzulegendes Protokoll mit mündlichem Testat, die jeweils benotet werden.

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine; Der Besuch der Vorlesung des Moduls Halbleiterphysik I ist empfehlenswert.

**Literaturangabe** - M. Grundmann: The Physics of Semiconductors, An Introduction including Devices and Nanophysics  
Springer, Heidelberg, 2006; Revised and extended 2nd edition 2009.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

### **Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung (8 Versuche, 4 Protokolle, 8 Abtestate), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "HLP-Praktikum" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3MO1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die Photonik I</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Introduction to Photonics I
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Einführung in die Photonik I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Einführung in die Photonik I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Physik</li> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• Lehramt Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhalten eine vertiefende Einführung in Prinzipien der Optik</li> <li>- erlernen spezielle Rechenmethoden der Optik</li> <li>- erhalten einen Überblick zur Manipulation von Licht mit Hilfe aktiver optischer Bauelemente</li> <li>- erhalten einen Einblick in die Eigenschaften einzelner Photonen und deren Präparation</li> <li>- erlernen die Grundzüge der Quantenoptik und Quantenkryptographie</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Im Kurs werden vertiefende Kenntnisse zur Strahlen-, Wellen- und elektromagnetischen Optik vermittelt. Speziell werden aktive optische Bauelemente wie z.B. aus den Bereichen der Elektro- und Akustooptik erläutert. Weiterhin soll in das Gebiet der Photonenoptik eingeführt und Probleme der Photonenstatistik, der Einzelphotonenquellen und der Quantenoptik/Quantenkryptographie erläutert werden.</p> <p>Im Seminar werden konkrete Rechenbeispiele aus aktuellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Photonik besprochen und die experimentelle Realisation verschiedener Messverfahren beispielhaft erläutert.</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B. E. A. Saleh / M. C. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley</li> <li>- D. Meschede: Optics, Light and Lasers: The Practical Approach to Modern Aspects of Photonics and Laser Physics, Wiley-VCH</li> <li>- L. Mandel / E. Wolf: Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press</li> </ul>

- E. Hecht: Optics, Addison-Wesley

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Einführung in die Photonik I" (2SWS)
	Übung "Einführung in die Photonik I" (1SWS)

# Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3MQ1	Wahlpflicht

**Modultitel** Spinresonanz I

**Modultitel (englisch)** Spin Resonance I

**Empfohlen für:** 5. Semester

**Verantwortlich** Direktor/in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Spinresonanz I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Spinresonanz I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

**Ziele**

Die Studierenden

- eignen sich grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Spinresonanz an,
- lernen die Grundlagen der Quantentheorie der Spinresonanz
- lernen Grundlagen des experimentellen Nachweises

**Inhalt**

- Dirac-Formulierung der Quantentheorie der Spinresonanz
- Dichteoperator-Formalismus für Spinresonanz
- Grundlagen Hochfrequenz-Messtechnik
- Elektronischer Nachweis und digitale Aufzeichnung rauschnaher Hochfrequenz-Signale

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Slichter, C.P. Principles of Magnetic Resonance
- M. H. Levitt, Spin Dynamics

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Spinresonanz I" (2SWS)
	Übung "Spinresonanz I" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3QN1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantenphysik von Nanostrukturen</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Physics of Nanostructures
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Physik</li> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• M.Sc. Physik</li> <li>• M.Sc. IPSP</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte und die theoretische Beschreibung von Quanteneffekten auf der Nanoskala kennen.
<b>Inhalt</b>	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantendrähte und Quantenpunkte</li> <li>- Quanteninterferenz</li> <li>- Dephasierung, d.h. Übergang von quantenmechanischem zu klassischem Verhalten</li> <li>- Aharonov-Bohm Effekt und persistente Ströme</li> <li>- Graphen</li> <li>- Quanten-Hall Effekt</li> <li>- Mesoskopische Supraleitung</li> </ul> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<p>Y. Imry, Introduction to mesoscopic physics, Oxford University Press  T. Ihn, Semiconductor Nanostructures, Oxford University Press  E. Akkermans and G. Montambaux, Mesoscopic Physics of Electrons and Photons, Cambridge University Press  Y.V. Nazarov and Y.M. Blanter, Quantum Transport: Introduction to Nanoscience, Cambridge University Press</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Referat 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (3SWS)
	Übung "Quantenphysik von Nanostrukturen" (1SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3XAS1	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Astrophysik I - Sternenphysik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Astrophysics I - Stellar Physics
<b>Empfohlen für:</b>	5. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Dekan/in der Fakultät für Physik und Geowissenschaften in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Astrophysik I - Sternenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Astrophysik I - Sternenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Physik</li> <li>• B.Sc. IPSP</li> <li>• Lehramt Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eignen sich grundlegende physikalische Kenntnisse über Aufbau und Entwicklung der Sterne an,</li> <li>- lernen moderne astronomische Beobachtungsmethoden kennen und einzuschätzen,</li> <li>- erschließen sich ein aktuelles Forschungsgebiet.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beobachtbare physikalische Eigenschaften von Sternen</li> <li>- Theorie des Sternaufbaus und der Sternentwicklung</li> <li>- Eigenschaften der stellaren Endstadien</li> <li>- Szenario der Entstehung von Sternen und Planetensystemen</li> </ul> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B.W. Carroll, D.A. Ostlie, An Introduction to Modern Astrophysics, Pearson 2007</li> <li>- J. Bennett et al., Astronomie - Die kosmische Perspektive, Pearson 2009</li> </ul>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Astrophysik I - Sternenphysik" (2SWS)
	Seminar "Astrophysik I - Sternenphysik" (2SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWIOM3	Wahlpflicht

### Modultitel **Mikrostrukturelle Charakterisierung**

**Modultitel (englisch)** Microstructural Characterization

**Empfohlen für:** 6. Semester

**Verantwortlich** Leiter der Abteilung Angewandte Physik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mikrostrukturelle Charakterisierung mit Elektronen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Fortgeschrittene Techniken der Elektronenmikroskopie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- B.Sc. International Physics Studies Program
- B.Sc. Physik

**Ziele** Die Studierenden erwerben Kenntnisse über wissenschaftliche Analysemethoden (basierend auf elektronenmikroskopischen Techniken), welche bei der Mikro- und Nanostrukturcharakterisierung von Materialien zum Einsatz kommen. Mit dem erworbenen Wissen sind die Studenten in der Lage, optimale Analyseverfahren für die strukturelle und chemische Charakterisierung komplexer Materialien zu bestimmen. Sie vertiefen ihre Kenntnisse durch einen Vortrag im Rahmen eines Seminars und durch die Demonstration verschiedener Techniken an wissenschaftlichen Geräten.

**Inhalt** Grundlagen der Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie (Aufbau, e-Quellen, e-Optik, Auflösung); Probenvorbereitung (Konventionelle, FIB); Analyseverfahren (Abbildung, Beugung, Bildsimulation); Analytische Elektronenmikroskopie (EDX, EELS); Beispiele aus eigener Forschung

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- D. Brandon and W.D. Kaplan, Microstructural Characterization of Materials, 2nd Edition, John Willey and Sons Ltd., 2008
- R.F. Egerton, Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM, Springer International Publishing, 2016
- D.B Willams and C.B. Carter, Transmission electron microscopy: A Textbook for Materials Science, Plenum Publishing Corporation, 2009
- J.M. Zhou, J.C.H. Spence, Advanced Transmission Electron Microscopy: Imaging and Diffraction in Nanoscience, Springer-Verlag New York, 2017

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (25 Min.)</i>	
	Vorlesung "Mikrostrukturelle Charakterisierung mit Elektronen" (2SWS)
	Seminar "Fortgeschrittene Techniken der Elektronenmikroskopie" (1SWS)

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQTPR	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Quantentechnologie - Praktikum</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Quantum Technology - Lab Course
<b>Empfohlen für:</b>	6. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Leiter Arbeitsgruppe Angewandte Quantensysteme
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Quantentechnologie Praktikum" (2,7 SWS) = 40 h Präsenzzeit und 110 h Selbststudium = 150 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. International Physics Studies Program</li> <li>• B.Sc. Physik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ionenstrahlanalytik, –modifikation und optische Messmethoden selbstständig anzuwenden</li> <li>- aus physikalischen Messungen Zusammenhänge zu erkennen, in einer zusammenhängenden Arbeit zu diskutieren sowie in Form einer Präsentation darzustellen</li> <li>- sich dazu in der Gruppe zu organisieren und Aufgaben zu koordinieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Der Schwerpunkt des Praktikums liegt in Versuchen zum Vertiefen des in den zugeordneten Vorlesungen erworbenen Wissens durch praktische Anwendung. Dazu wird den Studenten Material zur Verfügung gestellt das zur vorbereitenden Einarbeitung auf die Versuche im Bereich Ionenstrahlung und Optik an Defektzentren dient. Nachgelagert findet außerdem eine tiefere Einführung in die zur Auswertung erforderlichen Messprogramme statt.</p> <p>Themenkomplexe:          Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse und Modifikation, Verfahren zur Erzeugung und Charakterisierung von einzelnen Defektzentren, Konfokalmikroskopie</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul 12-PHY-BMWQT1
<b>Literaturangabe</b>	Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer Vorbereitungsunterlagen des Lehrstuhls NFP
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (3 Wochen), mit Wichtung: 1</b>
---

<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung</i>
--

Praktikum "Quantentechnologie Praktikum" (2,7SWS)
---

## Bachelor of Science Physik

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP4	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik &amp; klassische Feldtheorie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Theoretical Physics 4 - Electrodynamics and Classical Field Theory
<b>Empfohlen für:</b>	6. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik &amp; klassische Feldtheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik &amp; klassische Feldtheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	- B.Sc. Physik
<b>Ziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Konzepte der klassischen Elektrodynamik und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden;</li> <li>- erkennen die Stellung der Elektrodynamik im Gesamtgebäude der Physik;</li> <li>- kennen feldtheoretische Konzepte und Methoden anderer Bereiche der Physik.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spezielle Relativitätstheorie, Maxwellsche Gleichungen, Erhaltungssätze</li> <li>- Elektrostatik und Magnetostatik im Vakuum und in Medien, Induktionsgesetz und quasistationäre Ströme</li> <li>- elektromagnetische Wellen im Vakuum und in Medien, Feld bewegter Ladungen, Strahlung</li> <li>- Grundzüge klassischer Feldtheorien (auch aus anderen Bereichen der Physik)</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	- J.D. Jackson "Classical Electrodynamics", Wiley
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (4SWS)

Übung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (2SWS)