

**Modulhandbuch**  
**für das**  
**Bachelor-Programm Physik**  
**an der**  
**Universität Duisburg-Essen**

**Stand: 12. Oktober 2010**

# Gliederung

	<b>Seite</b>
<b>Einleitung/Studienplan</b>	<b>3</b>
<b>Kompetenzbereiche</b>	
<b>GRUNDLAGEN DER PHYSIK</b>	<b>6</b>
<b>PRAKTIKUM</b>	<b>23</b>
<b>MATHEMATIK</b>	<b>30</b>
<b>THEORETISCHE PHYSIK</b>	<b>38</b>
<b>WEITERFÜHRENDER PHYSIKBEREICH</b>	<b>45</b>
<b>ERGÄNZUNGSBEREICH</b>	<b>59</b>
<b>NATURWISSENSCHAFTLICHE METHODEN</b>	<b>99</b>
<b>BACHELOR-ARBEIT</b>	<b>107</b>

## Einleitung/Studienplan

Das dreijährige Bachelor-Programm Physik an der Universität Duisburg-Essen bietet eine anspruchsvolle, breitgefächerte Grundlagenausbildung. Sie ebnet sowohl den Weg in das Berufsleben als auch für ein forschungsorientiertes Weiterstudium in verschiedenen Master-Programmen, insbesondere dem zweijährigen Master-Programm Physik der Universität Duisburg-Essen. Der Fachbereich bietet überdies im dritten Studienjahr zahlreiche Möglichkeiten, als studentische Hilfskraft berufsrelevante Erfahrungen bzw. Einblicke in aktuelle Forschungsgebiete zu gewinnen.

Entsprechend hoch ist der von den Studierenden erwartete zeitliche Aufwand für das Studium. Er drückt sich in den veranschlagten ECTS-Credits (Cr) aus: Ein Cr entspricht etwa 30 Zeitstunden, die für Lehrveranstaltungen an der Universität Duisburg-Essen und für die Nacharbeit zu Hause aufgewandt werden sollen. Der Umfang der Lehrveranstaltungen an der Universität wird bei den meisten Modulen in Semesterwochenstunden (SWS) angegeben und beträgt im Mittel 25 SWS pro Semester.

Das Bachelor-Programm umfasst - wie an allen deutschen Universitäten - 180 Cr. Der zeitliche Aufwand für das Studium beträgt also durchschnittlich 900 Stunden pro Semester. Umgerechnet auf die 15 Wochen der Vorlesungszeit sind das 60 Stunden pro Woche. Das reduziert sich auf 40 bis 50 Stunden, weil einige Veranstaltungen wie Praktika, Klausuren oder auch Projekte sowie ein Teil des Selbststudiums in die vorlesungsfreie Zeit fallen.

Das *Bachelor-Programm Physik* (Bachelor of Science in Physik (B.Sc.)) gliedert sich in acht „Kompetenzbereiche“. Während die Kompetenzbereiche „Grundlagen der Physik“, „Praktikum“, „Mathematik“ und „Theoretische Physik“ *Module* (siehe weiter unten) beinhalten, die für alle Studierenden *verpflichtend* sind, können die Studierenden bei den Kompetenzbereichen „Weiterführender Physikbereich“, „Ergänzungsbereich“, „Naturwissenschaftliche Methoden“ und in der „Bachelor-Arbeit“ in begrenztem Umfang nach eigener Wahl Schwerpunkte setzen. Die Inhalte aller Kompetenzbereiche werden ständig dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand angepasst, um den Studierenden die bestmögliche Ausbildung in modernen Konzepten der Physik und in Schlüsselqualifikationen zu bieten.

Zur bestmöglichen Nutzung der Wahlmöglichkeiten wird den Studierenden dringend empfohlen, gleich zu *Beginn des Studiums* (und natürlich auch *während* des Studiums) *Beratungsgespräche* zu führen. Sowohl die „hauptamtliche“ Studienberatung des Fachbereichs als auch *alle* Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer stehen dafür als *Mentoren* zur Verfügung.

Im „Ergänzungsbereich“ (E1 – E3) erwerben die Studierenden neben fachlichen Kenntnissen *in Physik* und in *anderen Fachdisziplinen* auch gewisse „*Schlüsselqualifikationen*“ („soft skills“), insbesondere die Fähigkeiten, physikalische Inhalte professionell unter Verwendung modernster Medientechnik zu präsentieren und in einer Diskussion zu vertreten. Die Universität bietet den Studierenden auch die Möglichkeit, ihre Englischkenntnisse auszubauen und zu vervollkommen. *Gute Englischkenntnisse* sind von grundlegender Bedeutung sowohl für das Studium der Physik, insbesondere für das konsekutive Master-Programm, als auch für die spätere Berufstätigkeit.

Die Kompetenzbereiche sind modular aufgebaut. Die meisten *Module* umfassen Lehrveranstaltungen, die sich aufeinander beziehen (z.B. eine Vorlesung und eine Übung oder zwei Vorlesungen (mit Übung oder Seminar)), die alle belegt werden müssen. Es gibt aber auch Module (z.B. Modul „Vertiefungsfach Physik“ oder Modul „Grundlagen der Informatik“), die mehrere Lehrveranstaltungen beinhalten, aus denen die Studierenden wählen können. Erläuterungen zu den Wahlmöglichkeiten findet man in der *Prüfungsordnung*. Dabei muss eine gewisse vorgeschriebene Anzahl von *ECTS-Credits* erreicht werden.

Das Studium schließt mit der 10-wöchigen *Bachelor-Arbeit* ab. Die Arbeit wird von einer Hochschullehrerin, einem Hochschullehrer, einer Privatdozentin oder einem Privatdozenten individuell betreut. Im Rahmen der Möglichkeiten des Fachbereichs können die Studierenden ihre Betreuerin oder ihren Betreuer und somit ein Spezialgebiet für ihre Arbeit frei wählen.

Dieses Modulhandbuch ist ebenfalls nach Kompetenzbereichen gegliedert. Jedem Kompetenzbereich sind bestimmte Module zugeordnet. Jedem Modul ist eine „*Modulbeschreibung*“ beigefügt. In dieser Beschreibung findet man Angaben zu den Zielen des Moduls, zu Art und Umfang sowie zu den Inhalten der darin enthaltenen Lehrveranstaltungen, empfohlene Literatur und - nicht zuletzt - Angaben zu den Modalitäten der geforderten Prüfungen und Studienleistungen. Fragen bezüglich der Inhalte der Module sind an die in den Beschreibungen genannten Modulverantwortlichen oder an den Dozenten bzw. die Dozentin der aktuellen Lehrveranstaltung zu richten.

Der Fachbereich ist ständig bemüht, die *inhaltlichen* und die *organisatorischen* Aspekte des Studiums weiter zu verbessern und behält sich Änderungen vor. Es empfiehlt sich, jeweils nach der neuesten Version im Internetauftritt des Fachbereichs zu schauen.

Den Aufbau des Studiums „auf einen Blick“ veranschaulicht der folgende *Studienplan*.

## Studienplan für das Bachelor-Programm Physik

Sem	Grundlagen der Physik		Praktikum		Mathematik		Theoretische Physik		Weiterführender Physikbereich		Ergänzungsbereich		Naturwiss. Methoden/ Bachelor-Arbeit		Σ Cr	
	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr		
1	Grundlagen der Physik I	12	Grundlagenpraktikum I	5	Mathematik f. Physiker I	12						E 1: Schlüsselqualif. I	3	Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften	8	60
2					Mathematik f. Physiker II	12						E 2: Allgemeinb. Grundlagen	8			
3	Grundlagen der Physik II	12	Grundlagenpraktikum II	5	Mathematik f. Physiker III	12	Theoretische Physik I	10				E 1: Schlüsselqualif. II	2			60
4							Theoretische Physik II	10				E 3: Studium liberale	9			
5	Grundlagen der Physik III	12					Theoretische Physik III	10	Praktikum für Fortgeschrittene <sup>1)</sup>					Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften	4	60
6									Vertiefungsfach Experimentelle Physik <sup>1)</sup>	18						
									Theoretische Physik IV <sup>1)</sup>			E 1: Schlüsselqualif. III	4	Bachelor-Arbeit	12	
Σ Cr		36		10		36		30		18			26		24	180

<sup>1)</sup> Jedes Modul im weiterführenden Physikbereich ist mit 9 Cr belegt; es müssen zwei Module gewählt werden.

Kompetenzbereich

**GRUNDLAGEN DER PHYSIK**

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Grundlagen der Physik I</b>		<b>PHYSIK-B1-GR1</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Brückenkurs Mathematik / Physik	

#### Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlagen der Physik 1a (Mechanik, spezielle Relativitätstheorie, Strömungslehre)	6	180	6
II	Grundlagen der Physik 1b (Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik)	6	180	6
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>12</b>	<b>360</b>	<b>12</b>

#### Lernziele des Moduls

Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden, die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischen Kontext, Experimente und mathematische Beschreibungen aus dem Bereich der klassischen Mechanik, der Strömungslehre, Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik nachzuvollziehen und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage Phänomene und Vorgänge in der Natur induktiv zu erfassen.

Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

#### Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Klausur und mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben in jeder Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Grundlagen der Physik I		PHYSIK-B1-GR1
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Grundlagen der Physik 1a</b> (Mechanik , Spezielle Relativitätstheorie, Strömungslehre)		<b>Exp1a</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	Brückenkurs	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6
<b>Lehrform</b>				
Vorlesung mit Übungen				
<b>Lernziele</b>				
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der klassischen Mechanik, der speziellen Relativitätstheorie und der Strömungslehre nachzuvollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.				
<b>Inhalte</b>				
<p><b>Einführung</b> Arbeitsmethode der Physik, physikalische Größen, Maßsystem, vektorielle Größen, Darstellung physikalischer Zusammenhänge</p> <p><b>Mechanik des Massenpunktes</b> Massenpunkt und Bahnkurve, geradlinige Bewegung, Geschwindigkeit und Beschleunigung, Kreisbewegung, allgemeine krummlinige Bewegung, die Newtonschen Axiome, Kraft und Masse, Anwendung der Newtonschen Bewegungsgleichung, der schiefe Wurf, Kraft und Linearimpuls, allgemeine Formulierung der Newtonschen Bewegungsgleichung, Drehmoment und Drehimpuls, Arbeit und Leistung, kinetische und potentielle Energie, Energieerhaltung, Gravitationsgesetz, Gravitationskraft und potentielle Energie, Planetenbahnen, beschleunigte Bezugssysteme</p> <p><b>Relativistische Mechanik</b> Historischer Kontext, Relativitätssprinzip, Lorentz-Transformation, Masse und Impuls im relativistischen Fall</p> <p><b>Massenpunktsysteme</b> Newtonsche Bewegungsgleichung, Erhaltungssätze, Wechselwirkungen mit kurzer Reichweite, Stoßgesetze</p>				



<p><b>Starrer Körper</b>  Starrer Körper als System von Massenpunkten, Statik des starren Körpers, Dynamik des starren Körpers, Rotation um feste Achse, Berechnung von Trägheitsmomenten, Beispiele für Drehbewegungen um eine feste Achse, Arbeit, Leistung und kinetische Energie bei Drehbewegungen um eine feste Achse, Drehimpulserhaltung bei raumfester Achse, Rotation um freie Achsen, Kreisel</p> <p><b>Mechanische Schwingungen</b>  Harmonische Schwingungen, gedämpfte harmonische Schwingungen, erzwungene harmonische Schwingungen, Resonanz, Überlagerung harmonischer Schwingungen, gekoppelte harmonische Schwingungen, Molekülschwingungen als Beispiel anharmonischer Schwingungen</p> <p><b>Reale feste und flüssige Körper</b>  Deformation fester und flüssiger Körper, Kompressibilität, Schweredruck, Auftrieb, Flüssigkeitsgrenzflächen, stationäre Strömung idealer Flüssigkeiten, Druckmessung in Strömungen, Anwendungen der Bernoullischen Gleichungen, stationäre Strömungen realer Flüssigkeiten, turbulente Strömungen</p>
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen, Klausur
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paul A. Tipler, Physik</li> <li>- R.A. Serway, Physics</li> <li>- M. Alonso und E.J. Finn, Physik</li> <li>- R.P. Feynmann, R.B. Leighton, and M. Sands, The Feynmann Lectures on Physics</li> <li>- Gerthsen, Kneser, Vogel, Physik,</li> <li>- W. Demtröder, Experimentalphysik I,</li> <li>- Scobel, Lindström, Langkau, Physik kompakt 1</li> <li>- K. Simonyi, Kulturgeschichte der Physik</li> <li>- James T. Cushing, Philosophical Concepts in Physics</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname	Modulkürzel	
Grundlagen der Physik I	PHYSIK-B1-GR1	
<b>Veranstaltungsname</b>	Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Physik 1b (Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik)</b>	<b>Exp1b</b>	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
----------	--------	---------	-----------------

2	SS	Deutsch	Exp1, EinfTheo
---	----	---------	----------------

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übungen
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der Wärme-, Elektrizitätslehre und Magnetostatik nachzuvollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.
<b>Inhalte</b>
<p><b>Wärmelehre</b>  Vorbemerkungen und Begriffserläuterungen, Stoffmenge und Teilchenzahl, Temperatur und Thermometer, Temperaturskalen, thermische Ausdehnung fester und flüssiger Körper, von Gasen, Zustandsgleichung idealer Gase, Grundzüge der kinetischen Gastheorie, Druck, Temperatur und kinetische Energie, innere Energie idealer Gase, Wärme, Wärmemenge und Wärmekapazität, Kalorimetrie, Barometrische Höhenformel und Boltzmann-Verteilung, Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung</p> <p><b>Der I. Hauptsatz der Wärmelehre</b>  Zustandsänderungen am idealen Gas, Reversible und irreversible Zustandsänderungen, spezielle Kreisprozesse, Wärmepumpe und Kältemaschine</p> <p><b>Der II. Hauptsatz der Wärmelehre</b>  Die Entropie, Entropieänderungen am idealen Gas, Entropieänderung bei irreversiblen Prozessen  Aggregatzustände und Phasen, Koexistenz von Flüssigkeit und Dampf, Koexistenz von Festkörpern und Flüssigkeit oder Gas, Zustandsgleichung realer Gase, Gasverflüssigung: Joule-Thomson-Effekt</p> <p><b>Transportphänomene</b>  Molekulardiffusion, Wärmeleitung, Viskosität</p> <p><b>Elektrizitätslehre</b>  <b>Elektrostatik</b>  Elektrische Ladung, Coulomb Gesetz, elektrisches Feld, Elementarladung, Feldstärke und Potential  Leiter im elektrischen Feld, elektrischer Fluss, Dielektrika</p> <p><b>Elektrischer Strom</b>  Ladungstransport und Ohmsches Gesetz, mikroskopische Deutung, Temperaturabhängigkeit, Joulesche Wärme, Kontinuitätsgleichung, Kirchhoffsche Regeln, Auf- und Entladung von Kondensatoren, Messen von Strömen</p>

**Statische Magnetfelder**

Grundlegende Experimente, magnetische Kraftwirkung auf elektrische Ladungen, Quellen des magnetischen Feldes, magnetische Induktion

**Zeitlich veränderliche Felder**

Faradaysches Induktionsgesetz, Verschiebungsstrom, Maxwellsche Gleichungen, Lenzsche Regel, Induktivität, Energie des magnetischen Feldes

**Wechselstromkreise**

Wechselstrom, Wechselstromkreis mit komplexen Widerständen, komplexe Widerstände, lineare Netzwerke, elektromagnetischer Schwingkreis, Gleichrichtung

**Materie im magnetischen Feld**

Magnetische Suszeptibilität, Dia-, Para-, Ferromagnetismus

**Studien-/Prüfungsleistung**

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen, Klausur

**Literatur**

Siehe Literatur zu Physik I und Folgebände, Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"

**Weitere Informationen zur Veranstaltung**

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Grundlagen der Physik II</b>		<b>PHYSIK-B3-GR2</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengänge	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	30 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B2-MP2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlagen der Physik 2a (Elektromagnetische Wellen, Optik, Lichtquanten, Materiewellen)	6	180	6
II	Grundlagen der Physik 2b (Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene)	6	180	6
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>12</b>	<b>360</b>	<b>12</b>

Lernziele des Moduls
<p>Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden, die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischen Kontext, Experimente und mathematische Beschreibungen aus dem Bereich der Elektrodynamik, Optik, Atom-, Quanten- und Molekülphysik nachzuvollziehen und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage Phänomene und Vorgänge in der Natur induktiv zu erfassen.</p> <p>Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.</p>

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündliche Modulprüfung und mindestens 50% der Übungsaufgaben in jeder Veranstaltung

Modulname			Modulkürzel	
Grundlagen der Physik II			PHYSIK-B3-GR2	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Physik 2a (Elektromagnetische Wellen, Optik, Lichtquanten, Materiewellen)</b>			<b>Exp2a</b>	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B2-MP2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6
Lehrform				
Vorlesung und Übungen				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der Elektrodynamik und Optik nachzuvollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.				
Inhalte				
<b>Harmonische Wellen im Raum</b>				
Grundlagen und Definition, das Huygensches'sche Prinzip der Wellenausbreitung, Reflexion und Brechung, Beugung am Spalt, Beugung an einer Kreisblende, Interferenz: Überlagerung zweier Kugelwellen, mehrerer ebener Wellen, Beugung am Gitter, Babinet'sche Theorem bei der Beugung am Gitter, Beugung und Fourier-Transformation, Wellenausbreitung in dispersiven Medien Ergänzung: Zur Dispersion von Wellen, Wellenausbreitung ohne Dispersion, mit Dispersion				
<b>Elektromagnetische Wellen</b>				
Existenz und grundsätzliche Eigenschaften, Energietransport durch elektromagnetische Wellen Reflexion und Transmission elektromagnetischer Wellen, Elektromagnetische Wellen in homogenen, isotropen, neutralen und leitenden Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Wellen mit Metallen, Übertragung von Signalen durch Kabel, Dopplereffekt und Aberration bei elektromagnetischen Wellen, Entstehung elektromagnetischer Wellen				
<b>Optik</b>				
Geometrische Optik, Interferenzerscheinungen, Einfluss der Beugung auf das Auflösungsvermögen abbildender optischer Instrumente, Polarisierungerscheinungen				
<b>Quantennatur elektromagnetischer Strahlung</b>				
Strahlung des Schwarzen Körper, spezifische Wärme fester Substanzen, Wechselwirkung				

elektromagnetischer Strahlung mit Materie: Fotoeffekt, Compton-Effekt, Paareffekt, Photon
<b>Wellennatur der Teilchenstrahlung</b>
Hypothese von de Broglie, Experimente zum Nachweis von Materiewellen, Darstellung von Materiewellen, Wellenpakete
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen
Literatur
siehe Literatur zu PHYSIK-B1-GR1 und Folgebände
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname	Modulkürzel	
Grundlagen der Physik II	PHYSIK-B3-GR2	
<b>Veranstaltungsname</b>	Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Physik 2b (Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene)</b>	<b>Exp2b</b>	
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	Deutsch	Exp2a

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6

Lehrform
Vorlesung + Übungen
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte der Atom/Quantenphysik nachzuvollziehen. Sie können einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.
Inhalte
<b>Grenzen der klassischen Physik</b> <b>Atomarer Aufbau der Materie</b> Atom- und Elektronen-Hypothese, experimentelle Methoden zur Bestimmung der Loschmidt-Zahl und Elementarladung

**Atomspektren und Atommodelle**

Atomare Linienspektren, ältere Atommodelle (Historischer Rückblick), Bohrsches Atommodell, Thomas-Fermi-Modell.

**Welle-Teilchen-Dualismus und Unschärferelation**

Welle-Teilchen-Dualismus, Unschärferelation, Beispiel zur Energie-Zeit-Unschärfe.

**Heisenbergsche Unschärferelation und Ehrenfest-Theorem als Konsequenz der Axiome**

Heisenbergsche Unschärferelation, Ehrenfest-Theorem.

**Wellenfunktion**

Wiederholung und Zusammenfassung, Erläuterung des Begriffs Wahrscheinlichkeit, Wellenfunktion zur Beschreibung eines quantenmechanischen Zustandes, allgemeiner Fall.

**Lösung der Schrödinger-Gleichung in einfachen Beispielen**

Streuung freier Teilchen an einer Potentialstufe, Tunneleffekt durch eine Potentialbarriere, Kastenpotential, gebundene Zustände, eindimensionaler harmonischer Oszillator, gebundene und ungebundene Zustände, Allgemeines.

**Das Wasserstoff-Atom, Ein-Elektron-Systeme**

Aufstellung und Lösung der Schrödinger-Gleichung, Wellenfunktionen des Ein-Elektron-Systems, Emission /Absorption elektromagnetischer Strahlung, Auswahlregeln für Dipolstrahlung, Termschema

**Magnetisches Dipolmoment von Bahndrehimpuls und Eigendrehimpuls des Elektrons**

Bahndrehimpuls und magnetisches Moment, Zeemann-Effekt, Spin und magnetisches Moment des Elektrons, Stern-Gerlach-Experiment und Einstein-de Haas-Effekt, Spin-Bahn-Wechselwirkung, Feinstruktur

**Mehr-Elektronen-Atome**

Modell unabhängiger Teilchen  
Zentralfeld-Näherung, Abschirmung des Kernpotentials durch die Elektronenhülle, Elektronen als ununterscheidbare = identische Teilchen, antisymmetrische und symmetrische Wellenfunktion, Austausch-Wechselwirkung, Berücksichtigung des Elektronenspins, Ortswellenfunktion, Spinwellenfunktion und Gesamtwellenfunktion, Antisymmetrie der Gesamtwellenfunktion, Elektronen als Fermionen, Niveauschema des He-Atoms, Pauli-Prinzip, Grundzustände der Viel-Elektronen-Atome, periodisches System der Elemente.

**Molekülphysik**

Chemische Bindung, LCAO-Methode, bindende und anti-bindende Zustände, elektronische Struktur, Born-Oppenheimer-Näherung, Rotations- und Schwingungsübergänge, optische Spektroskopie (qualitativ)

Studien-/Prüfungsleistung

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50% der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen

Literatur

siehe Literatur zu PHYSIK-B1-GR1 und Folgebände
Weitere Informationen zur Veranstaltung



<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Grundlagen der Physik III</b>		<b>PHYSIK-B5-GR3</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	30 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Einführung in die Festkörperphysik	6	180	6
II	Einführung in die Kern- und Teilchenphysik	3	90	3
III	Kooperative Phänomene	3	90	3
IV				
<b>Summe</b>		<b>12</b>	<b>360</b>	<b>12</b>

Lernziele des Moduls
<p>Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden, die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischen Kontext, Experimente aus dem Bereich der Kernphysik, der Festkörperphysik sowie der kooperativen Phänomene nachzuvollziehen und anzuwenden. Sie sind in der Lage ausgewählte Probleme aus dem Bereich der Festkörperphysik auf einem höheren Abstraktionsniveau zu verstehen und zu analysieren.</p> <p>Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.</p>

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündlich Modulprüfung und mindestens 50% der Übungsaufgaben in jeder Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Grundlagen der Physik III		PHYSIK-B5-GR3
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Einführung in die Festkörperphysik</b>		<b>Fk1</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	90 h	180 h	6

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (4) + Übungen (2)
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und Konzepte zur Behandlung des Vielteilchensystems „Festkörper“ und können diese in typischen Fällen anwenden. Sie können aufzeigen, wie die mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der geometrischen Struktur, des Schwingungsverhaltens und der elektronischen Struktur das makroskopische Verhalten des Festkörpers bedingen.
<b>Inhalte</b>
<p><b>Struktur der Kristalle</b>  Periodische Anordnungen von Atomen, Die fundamentalen Gitterarten, Millersche Indices, einfache Kristallstrukturen, direkte Abbildung der atomaren Struktur, nichtideale Kristallstrukturen, Strukturdaten von Kristallen.</p> <p><b>Das reziproke Gitter</b>  Beugung von Wellen am Kristall, Brillouin-Zonen</p> <p><b>Bindungsverhältnisse in Kristallen</b>  Edelgaskristalle, Ionenkristalle, kovalente Kristalle, Metalle, Wasserstoffbrücken, Atomradien  Beschreibung elastischer Dehnungen, Elastische Wellen in kubischen Kristallen</p> <p><b>Phononen I: Gitterschwingungen</b>  Schwingungen in Kristallen mit einatomiger Basis, Gitter mit zwei Atomen in der primitiven Basis, Quantisierung elastischer Wellen, Impuls der Phononen, Inelastische Streuung an Phononen.</p> <p><b>Phononen II: Thermische Eigenschaften</b>  Gitteranteil der Wärmekapazität, Anharmonische Wechselwirkung in Kristallen</p> <p><b>Das Fermigas freier Elektronen</b></p>

Energieniveaus im Eindimensionalen, Einfluss der Temperatur auf die Fermi-Dirac-Verteilung, freies Elektronengas im Dreidimensionalen, Wärmekapazität des Elektronengase, elektrische Leitfähigkeit und Ohmsches Gesetz, Bewegung in Magnetfeldern, Thermische Leitfähigkeit von Metallen

### **Energiebänder**

Modell des nahezu freien Elektrons, Bloch-Funktion, Kronig-Penney-Modell, Wellengleichung eines Elektrons in einem periodischen Potential, Kronig-Penney-Modell im reziproken Raum, Anzahl der Niveaus in einem Band

### **Halbleiterkristalle**

Bandlücke, Bewegungsgleichungen, Ladungsträgerkonzentration bei Eigenleitung, Störstellenleitung  
Thermoelektrische Effekte in Halbleitern.

### **Fermiflächen und Metalle**

Konstruktion von Fermiflächen, Elektronenbahnen, Lochbahnen und Offene Bahnen, Berechnung von Energiebändern., Experimentelle Methoden zur Untersuchung von Fermiflächen

### **Plasmonen, Polaritonen und Polaronen**

Dielektrische Funktion des Elektronengases, Plasmonen, Elektronische Abschirmung, Polaritonen.  
Elektron-Elektron-Wechselwirkung, Elektron-Phonon-Wechselwirkung: Polaronen, Peierls-Instabilität

### Studien-/Prüfungsleistung

Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben , Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen

### Literatur

Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik  
K. Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik  
Ashcroft, Mermin: Festkörperphysik

### Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel
Grundlagen der Physik III		PHYSIK-B5-GR3
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Einführung in die Kern- und Teilchenphysik</b>		<b>Kern1</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	45 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung + Übungen				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und die grundlegenden Konzepte der Kernphysik. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.				
Inhalte				
<p><b>Die Entdeckung der Radioaktivität und der Konstituenten des Atomkerns</b></p> <p><b>Globale Eigenschaften von Kernen und Nukleonen</b> Massen, Bindungsenergie, Streuprozesse, Nukleon-Nukleon Wechselwirkung</p> <p><b>Kernmodelle</b> Fermigas, Tröpfchenmodell, Schalenmodell</p> <p><b>Resonanzen</b> Kernresonanzen, Resonanzen im Pi-Nukleon und Pi-Pi System</p> <p><b>Symmetrien und Erhaltungssätze</b> Ladungserhaltung, Isospin, Parität, Zeitumkehr, Ladungskonjugation</p> <p><b>Quarkmodell der Hadronen und die starke Wechselwirkung</b> Konstituenten-Quark-Modell, Quanten-Chromodynamik, Gluonen</p> <p><b>Die elektro-schwache Wechselwirkung</b> Leptonen, Beta-Zerfälle, V-A Wechselwirkung, Feldbosonen, CP-Verletzung, Neutrinos</p>				
Studien-/Prüfungsleistung				
Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen				
Literatur				
H. Machner, Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik Demtröder: Experimentalphysik IV; Mayer-Kuckuck: Kernphysik; Povh, Rith, Zetsche: Teilchen und Kerne Krane K.S.: Introductory Nuclear Physics Bodenstedt E. I-III: Kernphysik				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname				Modulkürzel	
Grundlagen der Physik III				PHYSIK-B5-GR3	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Kooperative Phänomene</b>				<b>KoopPhän</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Dozenten der Physik			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-MP3		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
3	45 h	45 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung (2) + Übungen (1)					
Lernziele					
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung kooperativer Phänomene wie z.B. Supraleitung und Magnetismus. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.					
Inhalte					
<b>Supraleitung</b> Typ I und Typ II Supraleiter, Londongleichungen (SL und Magnetfelder, Abschirmströme), BCS – Theorie, Josephson-Effekte, SQUID					
<b>Bose-Einstein Kondensate</b> Superfluidität					
<b>Diamagnetismus und Paramagnetismus</b> Die Langevin-Gleichung für den Diamagnetismus, Quantentheorie des Diamagnetismus mononuklearer Systeme, Paramagnetismus, Quantentheorie des Paramagnetismus, Kühlung durch adiabatische Entmagnetisierung, Paramagnetische Suzeptibilität der Leitungselektronen					
<b>Ferromagnetismus und Antiferromagnetismus</b> Ferromagnetische Ordnung, Austauschwechselwirkung, Stonerkriterium Magnonen, Magnetische Neutronenstreuung, Ferrimagnetische Ordnung, Antiferromagnetische Ordnung, Ferromagnetische Domänen, Ionen im Kristallfeld, Auslöschung des Bahndrehimpulses					
<b>Optische Prozesse und Exzitonen</b> Optische Reflexion, Exzitonen, Raman-Effekt in Kristallen, Energieverlust schneller Teilchen in einem Festkörper					
<b>Dielektrische und ferroelektrische Festkörper</b>					

Makroskopisches elektrisches Feld, lokales elektrisches Feld am Ort eines Atoms, Dielektrizitätskonstante und Polarisierbarkeit, strukturelle Phasenübergänge, ferroelektrische Kristalle
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung, mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben, Vorrechnen/Erklären von Aufgaben in den Übungen
<b>Literatur</b>
Buckel: Supraleitung Poole, Farach, Creswick: Superconductivity Weißmantel, Hamann: Grundlagen der Festkörperphysik Ibach, Lüth: Festkörperphysik W. Nolting: Quantentheorie des Magnetismus Seeger: Semiconductor Physics Sze: Physics of Semiconductor Devices
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

Kompetenzbereich

**PRAKTIKUM**

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Grundlagenpraktikum I</b>		<b>PHYSIK-B1-PR1</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Brückenkurs Mathematik / Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Physikalisches Anfängerpraktikum 1a	3	90	3
II	Physikalisches Anfängerpraktikum 1b	2	60	2
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>5</b>	<b>150</b>	<b>5</b>

Lernziele des Moduls
<p>Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Mechanik Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik anhand experimenteller Versuchsaufbauten und selbsttätig durchzuführender Versuche, korrekt zu verwenden, sowie die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischen Kontext nachzuvollziehen. Sie sind in der Lage physikalische Grundversuche selbständig aufzubauen, durchzuführen und auszuwerten.</p> <p>Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit an.</p>

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Unbenoteter Studiennachweis, der sich kumulativ aus testierten und benoteten Protokollen aller durchgeführten Versuche ergibt



Modulname				Modulkürzel	
Grundlagenpraktikum I				PHYSIK-B1-PR1	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Physikalisches Anfängerpraktikum 1a</b>				<b>APrak1a</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Dozenten der Physik			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	Exp1a		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
3	45 h	45 h	90 h	3	
Lehrform					
Praktikum					
Lernziele					
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.					
Inhalte					
Pflichtveranstaltungen (je nach Praktikumsteil): 1. Seminar (S1) "Bestimmung von Momentangeschwindigkeiten" 2. Seminar (S2) "Praktischer Strahlenschutz und Strahlenschutzunterweisung"					
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.					
Studien-/Prüfungsleistung					
1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen					
Literatur					
W. Walcher, "Praktikum der Physik"; Eichler, Kronfeld, Sahn, "Das neue Physikalische Grundpraktikum"; Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Wird durch Aushang bekannt gegeben.					

Modulname		Modulkürzel
Grundlagenpraktikum I		PHYSIK-B1-PR1
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Physikalisches Anfängerpraktikum 1b</b>		<b>APrak1b</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch	APrak1a, Exp1b	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	30 h	60 h	2
<b>Lehrform</b>				
Praktikum				
<b>Lernziele</b>				
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.				
<b>Inhalte</b>				
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Wärmelehre , Elektro- und Magnetostatik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.				
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>				
1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen				
<b>Literatur</b>				
W. Walcher, "Praktikum der Physik" Eichler, Kronfeld, Sahn, "Das neue Physikalische Grundpraktikum" Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"				
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>				
Werden durch Aushang bekannt gegeben.				

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Grundlagenpraktikum II</b>		<b>PHYSIK-B3-PR2</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B1-PR1	

#### Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Physikalisches Anfängerpraktikum 2a	3	90	3
II	Physikalisches Anfängerpraktikum 2b	2	60	2
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>5</b>	<b>150</b>	<b>5</b>

Lernziele des Moduls
<p>Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Elektrodynamik, Optik, Atom-, Quanten- und Festkörperphysik anhand experimenteller Versuchsaufbauten und selbsttätig durchzuführender Versuche, korrekt zu verwenden, sowie die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischen Kontext nachzuvollziehen. Sie sind in der Lage physikalische Grundversuche selbständig aufzubauen, durchzuführen und auszuwerten.</p> <p>Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit an.</p>

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Unbenoteter Studiennachweis, der sich kumulativ aus testierten und benoteten Protokollen aller durchgeführten Versuche ergibt

Modulname				Modulkürzel	
Grundlagenpraktikum II				PHYSIK-B3-PR2	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Physikalisches Anfängerpraktikum 2a</b>				<b>APrak2a</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Dozenten der Physik			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-PR1, Exp2a		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
3	45 h	45 h	90 h	3	
Lehrform					
Praktikum					
Lernziele					
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.					
Inhalte					
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Optik, Lichtquanten, Materiewellen. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.					
Studien-/Prüfungsleistung					
1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen					
Literatur					
W. Walcher, "Praktikum der Physik" Eichler, Kronfeld, Sahn, "Das neue Physikalische Grundpraktikum" Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Werden durch Aushang bekannt gegeben					

Modulname			Modulkürzel	
Grundlagenpraktikum II			PHYSIK-B3-PR2	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Physikalisches Anfängerpraktikum 2b</b>			<b>APrak2b</b>	
Lehrende		Fach	Lehrinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
4	SS	Deutsch	APrak2a, Exp2b	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	30 h	60 h	2
Lehrform				
Praktikum				
Lernziele				
Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und sachgerecht benutzen. Sie sind in der Lage ihre Ergebnisse zu analysieren, zu beurteilen und in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.				
Inhalte				
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Atomphysik, Quantenphänomene, Festkörperphysik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.				
Studien-/Prüfungsleistung				
1. Schriftliche Versuchsvorbereitung 2. Mündliche Eingangsbefragung 3. Versuchsdurchführung 4. Anfertigung von 6 Versuchsprotokollen				
Literatur				
W. Walcher, "Praktikum der Physik" Eichler, Kronfeld, Sahn, "Das neue Physikalische Grundpraktikum" Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Werden durch Aushang bekannt gegeben.				

Kompetenzbereich

**MATHEMATIK**

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Mathematik für Physiker I</b>		<b>PHYSIK-B1-MP1</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Mathematik		Mathematik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Vorkurs Mathematik	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mathematik für Physiker 1	9	360	12
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>9</b>	<b>360</b>	<b>12</b>

## Lernziele des Moduls

Die Studierenden sollen Grundkenntnisse der Mathematik erwerben, und einen Einblick in deren Anwendung in der Physik gewinnen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.

## Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Kumulativ

Modulname		Modulkürzel
Mathematik für Physiker I		PHYSIK-B1-MP1
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Mathematik für Physiker 1</b>		<b>Math1</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Mathematik	Physik	Mathematik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	Deutsch	Vorkurs Mathematik

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
9	135 h	225 h	360 h	12

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übung
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sollen Grundkenntnisse der Mathematik erwerben, und einen Einblick in deren Anwendung in der Physik gewinnen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
<b>Inhalte</b>
Funktionsbegriff, elementare Funktionen und ihre Umkehrungen, Grenzwert bei Folgen und Funktionen, Stetigkeit, geometrische Reihe, Exponentialreihe, Differentiation und Integration bei einer Veränderlichen, Differentialgleichungen erster Ordnung, lineare Differentialgleichungen zweiter Ordnung, komplexe Zahlen.
Partielle Ableitungen und Mehrfachintegrale, Vektorräume, Basen, lineare Abbildungen, Matrizen, lineare Gleichungen, lineare Approximation und Differentialrechnung bei mehreren Veränderlichen.
Determinanten, Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Fourierreihen, erzwungene Schwingungen.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Vorrechnen von Übungen, Klausur
<b>Literatur</b>
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>
Siehe Aushänge und Ankündigung im Web.



<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Mathematik für Physiker II</b>		<b>PHYSIK-B2-MP2</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Mathematik		Mathematik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		MATPHYSI	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mathematik für Physiker 2	9	360	12
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>9</b>	<b>360</b>	<b>12</b>

## Lernziele des Moduls

Die Studierenden sollen Grundkenntnisse der Mathematik erwerben, und einen Einblick in deren Anwendung in der Physik gewinnen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.

## Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Kumulativ

Modulname		Modulkürzel
Mathematik für Physiker II		PHYSIK-B2-MP2
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Mathematik für Physiker 2</b>		<b>Math2</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Mathematik	Physik	Mathematik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-MP1

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
9	135 h	225 h	360 h	12

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übung
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sollen weiter gehende Kenntnisse der Mathematik erwerben, und lernen sie zur Lösung physikrelevanter Probleme einzusetzen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
<b>Inhalte</b>
Eigenwerte und Eigenvektoren, Euklidische und unitäre Räume, orthogonale, unitäre und selbstadjungierte Operatoren, Spektraldarstellung.
Koordinatentransformationen, Integralformationsformel, Linienintegrale, Potentiale und Vektorpotentiale, Gradient, Rotation, Divergenz, Integration auf Flächenstücken, klassische Integralsätze.
Vollständigkeit von $\mathbb{R}^n$ , Fixpunktsatz für kontrahierende Abbildungen, Funktionenfolgen und -reihen, Taylorentwicklung (eine und mehrere Veränderliche), Analysis auf k-dimensionalen Flächen im $\mathbb{R}^n$ .
Systeme linearer Differentialgleichungen (mit konstanten und variablen Koeffizienten), Separationsansätze bei einfachen partiellen Differentialgleichungen
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Vorrechnen von Übungen, Klausur
<b>Literatur</b>
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>
Siehe Aushänge und Ankündigung im Web.

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Mathematik für Physiker III</b>		<b>PHYSIK-B3-MP3</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Mathematik		Mathematik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	30 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B2-MP2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mathematik für Physiker 3a	6	240	8
II	Mathematik für Physiker 3b	3	120	4
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>9</b>	<b>360</b>	<b>12</b>

Lernziele des Moduls

Die Studierenden sollen tiefere Kenntnisse der Mathematik erwerben, die sie befähigen, Modelle der experimentellen oder theoretischen Physik zu verstehen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.

Kommunikations- u. Vermittlungstechniken: Vermittlung von Präsentationstechniken durch Vorrechnen von Übungsaufgaben, Teamarbeit: Kleingruppenarbeit in Übungsgruppen

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Kumulativ aus Ergebnissen der Veranstaltungsprüfungen, mündliche Prüfung am Ende des Moduls, und mindestens 50 % der Punkte der Übungsaufgaben

Modulname		Modulkürzel
Mathematik für Physiker III		PHYSIK-B3-MP3
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Mathematik für Physiker 3a</b>		<b>Math3a</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Mathematik	Physik	Mathematik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B2-MP2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	150 h	240 h	8

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übung
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sollen tiefgehende Kenntnisse der Mathematik erwerben, die sie befähigen, Modelle der experimentellen oder theoretischen Physik zu verstehen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
<b>Inhalte</b>
Funktionentheorie: komplexe Differenzierbarkeit, holomorphe Funktionen, Cauchy'scher Integralsatz, Laurentreihen, holomorphe Fortsetzung, Residuen-Satz und -kalkül.
Rand- und Eigenwertaufgaben. Sturm-Liouville'sche Eigenwertaufgaben. Greensche Funktion, „Deltafunktion“.
Spezielle Funktionen der mathematischen Physik: Differentialgleichungen aus Separationsansätzen. Differentialgleichungen in $\mathbb{C}$ mit regulären-singulären Stellen. Kugelfunktionen. Zylinderfunktionen.
Funktionsräume $L^1$ , $L^2$ , dichte Teilmengen. Vollständige Orthonormalsysteme. Spektraltheorie im Hilbertraum.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Vorrechnen von Übungen, 50 % der Übungsaufgaben
<b>Literatur</b>
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

Siehe Aushänge und Ankündigung im Web

Modulname		Modulkürzel
Mathematik für Physiker III		PHYSIK-B3-MP3
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Mathematik für Physiker 3b</b>		<b>Math3b</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Mathematik	Physik	Mathematik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	Deutsch	Math3a

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	75 h	120 h	4

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übung
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sollen tiefere Kenntnisse der Mathematik erwerben, die sie befähigen, Modelle der experimentellen oder theoretischen Physik zu verstehen. Sie sollen in den Übungen lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
<b>Inhalte</b>
Distributionen, temperierte Distributionen. Fouriertransformation bei Funktionen und temperierten Distributionen. Lineare partielle Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten. Grundleistungsverfahren. Wellen-, Potential-, Wärmeleitungsgleichung.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Vorrechnen von Übungen, 50 % Übungsaufgaben
<b>Literatur</b>
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

Kompetenzbereich  
**THEORETISCHE PHYSIK**

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Theoretische Physik I</b>		<b>PHYSIK-B3-TH1</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		siehe Veranstaltung Mechanik	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mechanik	7	300	10
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>7</b>	<b>300</b>	<b>10</b>

<b>Lernziele des Moduls</b>
siehe Veranstaltung Mechanik
<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
siehe Veranstaltung Mechanik



Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik I		PHYSIK-B3-TH1
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
<b>Mechanik</b>		<b>Theo1</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B1-MP1, PHYSIK-B2-MP2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	195 h	300 h	10

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden kennen die Struktur theoretisch-mathematischer Modelle, Äquivalenz und relative Vorzüge verschiedener Formulierungen der klassischen Mechanik. Sie haben Fertigkeiten im praktischen Umgang mit mathematischem Rüstzeug und rechnerbasierten Methoden. Die Studierenden gewinnen einen Einblick in die historische Wandlung der Begriffsbildung der Mechanik.
<b>Inhalte</b>
Newtonsche Mechanik inklusive beschleunigte Bezugssysteme, Gravitationspotential (Massenpunkte, kontinuierliche Massenverteilung, Multipolentwicklung), Lagrangesche Mechanik (1. und 2. Art, Zwangsbedingungen), eindimensionale Bewegung, Bewegung im Zentralfeld, Vektorpotential, Zweikörperproblem (inkl. elastische Stöße), N-Körperproblem, Symmetrien und Erhaltungssätze, kleine Schwingungen, starrer Körper (inkl. Kreisel), Hamiltonsche Mechanik (Poissonklammern, Noethertheorem). Grundbegriffe der Hamilton-Jacobi-Theorie, der nichtlinearen Dynamik und der Kontinuumsmechanik, Vertiefung in einem der drei vorgenannten Punkte.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum, 3-stündige Klausur am Semesterende.
<b>Literatur</b>
Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 1 und 2 Goldstein, Poole, Safko: Klassische Mechanik Scheck: Mechanik: Von den Newtonschen Gesetzen zum deterministischen Chaos Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 1 Kibble: Classical Mechanics
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Theoretische Physik II</b>		<b>PHYSIK-B4-TH2</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		siehe Veranstaltung Quantenmechanik	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Quantenmechanik	7	300	10
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>7</b>	<b>300</b>	<b>10</b>

<b>Lernziele des Moduls</b>
siehe Veranstaltung Quantenmechanik
<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
siehe Veranstaltung Quantenmechanik

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik II		PHYSIK-B4-TH2
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Quantenmechanik</b>		<b>Theo2</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-MN1, PHYSIK-B3-TH1, Exp2a, Math3a

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	195 h	300 h	10

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum
<b>Lernziele</b>
Konzepte, Begriffsbildungen und Methoden der Quantenmechanik im Unterschied zu denen der klassischen Mechanik. Fertigkeit im Umgang mit analytischen und rechnerbasierten Methoden der Quantenmechanik.
<b>Inhalte</b>
Schrödingergleichung, eindimensionale Beispiele (Stufe, Barriere, Kasten), Ehrenfest-Theorem. Observable (Messwerte, Eigenfunktionen, diskretes und kontinuierliches Spektrum, Vertauschungsregeln, Unschärferelation), Darstellungswechsel, Dirac-Notation, Zeitentwicklung (unitäre Operatoren, Schrödinger- und Heisenbergbild, Energie-Zeit-Unschärfe), Algebra des harmonischen Oszillators, Drehimpuls (Bahndrehimpuls, Spin, Gesamtdrehimpuls), Wasserstoffatom, Pauligleichung, Näherungsmethoden (zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie, Ritzsches Variationsverfahren), Potentialstreuung, Mehrteilchenprobleme (Bosonen und Fermionen).
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; 3-stündige Klausur am Semesterende.
<b>Literatur</b>
Schwabl: Quantenmechanik Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 5 Schiff: Quantum Mechanics Cohen-Tannoudji, Diu, Laloé: Quantenmechanik, Bd. 1 und 2
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Theoretische Physik III</b>		<b>PHYSIK-B3-TH3</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor of Science Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		siehe Veranstaltung Elektrodynamik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Elektrodynamik	7	300	10
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>7</b>	<b>300</b>	<b>10</b>

<b>Lernziele des Moduls</b>
siehe Veranstaltung Elektrodynamik

<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
siehe Veranstaltung Elektrodynamik

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik III		PHYSIK-B3-TH3
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Elektrodynamik</b>		<b>Theo3</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B3-MP3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	195 h	300 h	10

<b>Lehrform</b>
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum
<b>Lernziele</b>
Ursprung und Dynamik elektromagnetischer Kräfte, Vergleich der Prinzipien von Mechanik, Quantenmechanik und Elektrodynamik. Fertigkeit im Umgang mit analytischen und rechnerbasierten Methoden der Elektrodynamik.
<b>Inhalte</b>
Maxwell-Gleichungen, Elektro- und Magnetostatik, elektromagnetische Wellen, Eichinvarianz, retardierte Potentiale, Energie- und Impulsdichte des elektromagnetischen Feldes, elektromagnetische Strahlung, Elektrodynamik in Materie, spezielle Relativitätstheorie, Eichprinzip (Aharonov-Bohm-Effekt und Flussquantisierung), evtl. Quantisierung des elektromagnetischen Feldes.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; mündliche Prüfung am Semesterende.
<b>Literatur</b>
Jackson: Klassische Elektrodynamik Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 3 und 4 Feynman: Lectures on Physics, Vol. 2 and Vol.1 (Ch. 15-17, 28-34) Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 2
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

Kompetenzbereich

**WEITERFÜHRENDER PHYSIKBEREICH**

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Praktikum für Fortgeschrittene</b>		<b>PHYSIK-B5-PRF</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Grundlagen in experimenteller u. theoretischer Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Fortgeschrittenenpraktikum	8	270	9
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>8</b>	<b>270</b>	<b>9</b>

Lernziele des Moduls

Vermittlung von Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik., Vertiefung praktischer Fertigkeiten an speziellen Versuchsaufbauten durch weitgehend selbständiges Arbeiten, Erwerb von Kenntnissen und Anwendung moderner Messverfahren, Anwendung erworbener physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten.

Selbstlernen, Monitoring: Anleitung zu Zeitmanagement, Vermittlung von Lernstrategien

Kommunikations- u. Vermittlungstechniken: Vermittlung von Präsentationstechniken durch mündliche und schriftliche Darstellung der Experimente, Teamarbeit: Kleingruppenarbeit (2 – 3 Pers.)

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Unbenoteter Studiennachweis, der sich kumulativ aus der Benotung von mündlichen, experimentellen und schriftlichen Leistungen ergibt.

Modulname		Modulkürzel
Praktikum für Fortgeschrittene		PHYSIK-B5-PRF
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Fortgeschrittenenpraktikum</b>		<b>FPrak1</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B1-PR1, PHYSIK-B3-PR2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
8	120 h	150 h	270 h	9

<b>Lehrform</b>
Praktikum + Kolloquium + Seminare
<b>Lernziele</b>
Vermittlung von Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik., Vertiefung praktischer Fertigkeiten an speziellen Versuchsaufbauten durch weitgehend selbständiges Arbeiten, Erwerb von Kenntnissen und Anwendung moderner Messverfahren, Anwendung erworbener physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten.
<b>Inhalte</b>
Versuche aus verschiedenen Gebieten der Experimentalphysik. Die genauen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mündliche Eingangsbefragung</li> <li>2. Versuchsdurchführung</li> <li>3. Anfertigung eines Protokolls</li> <li>4. Teilnahme an einem speziellen Seminar während des Praktikums</li> </ol>
<b>Literatur</b>
Versuchsanleitungen, spezielle Buchartikel und Veröffentlichungen zu den jeweiligen Versuchen
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>



<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Theoretische Physik IV</b>		<b>PHYSIK-B6-TH4</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik, Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		siehe Veranstaltung Statistische Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Statistische Physik	7	270	9
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>7</b>	<b>270</b>	<b>9</b>

<b>Lernziele des Moduls</b>
siehe Veranstaltung Statistische Physik

<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
siehe Veranstaltung Statistische Physik

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik IV		PHYSIK-B6-TH4
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Statistische Physik</b>		<b>Theo4</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B3-MP3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	165 h	270 h	9
<b>Lehrform</b>				
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum				
<b>Lernziele</b>				
Die Studierenden kennen die statistische Begründung der Thermodynamik, sie können den Status von Wahrscheinlichkeit in Quantenmechanik und Statistik unterscheiden, sie sind in der Lage analytische und rechnerbasierte Methoden der Statistischen Physik anzuwenden.				
<b>Inhalte</b>				
Wahrscheinlichkeitstheorie, Zentraler Grenzwertsatz. Irreversible Prozesse und Relaxation ins Gleichgewicht. Dichteoperator, Gleichgewichtsensembles und Thermodynamische Potentiale, Entropie, Hauptsätze, Kreisprozesse, thermodynamische Relationen, Gleichverteilungssatz, Fluktuationen, Ideale Gase (klassisch, Bose- und Fermigas), Reale Gase (van-der-Waals-Gl., Virialentwicklung), Phasenübergänge (Clausius-Clapeyron-Gl., mehrkomponentige Systeme, Molekularfeldtheorie kritischer Phänomene, insbesondere bei Spinsystemen).				
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>				
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; Klausur oder mündliche Prüfung am Semesterende				
<b>Literatur</b>				
Schwabl: Statistische Mechanik Brenig: Statistische Theorie der Wärme Reif: Statistical Physics Landau, Lifschitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd.5				
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>				

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Vertiefungsfach Physik</b>		<b>PHYSIK-B5-VT</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B4-TH2	

#### Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Zusätzlich zu I müssen von den Lehrveranstaltungen (II - VIII) zwei weitere gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Grundlagen der Statistischen Physik	2	90	3
II	Grundlagen der Optik	2	90	3
III	Grundlagen der Oberflächenphysik	2	90	3
IV	Grundlagen des Magnetismus	2	90	3
V	Grundlagen der Halbleiterphysik	2	90	3
VI	Grundlagen der Atom- und Molekülphysik	2	90	3
VII	Grundlagen der Plasmaphysik	2	90	3
VIII	Grundlagen der Astrophysik	2	90	3
<b>Summe</b>		<b>6</b>	<b>270</b>	<b>9</b>
Lernziele des Moduls				
Dieses Modul wendet sich vor allem an Studierende, die direkt nach dem Bachelor-Abschluss eine Berufstätigkeit anstreben, ohne ein forschungsnahes Physikstudium in einem Masterprogramm anzuschließen. Es bietet die Möglichkeit, mit einer Auswahl von Vorlesungen gezielt vertiefte Kenntnisse für die Berufspraxis zu erwerben.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-VIII).				

Modulname				Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik				PHYSIK-B5-VT	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Statistischen Physik</b>				<b>GTheo4</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Statistischen Physik.					
Inhalte					
Dichteoperatoren, Entropie, thermodynamisches Gleichgewicht, Fluktuationen, Thermodynamische Potentiale, Hauptsätze der Thermodynamik, Phasenübergänge (in Abstimmung mit „Kooperative Phänomene“ aus PHYSIK-B5-GR3), Ideale Quantengase und klassischer Grenzfall (in Abstimmung mit „Kooperative Phänomene“ aus PHYSIK-B5-GR3).					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Schwabl: Statistische Mechanik Brenig: Statistische Theorie der Wärme Reif: Statistical Physics					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname			Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik			PHYSIK-B5-VT	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Optik</b>			<b>GOpt</b>	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Franke, Kleinfeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Optik.				
Inhalte				
Historische Rolle und aktuelle Bedeutung der Optik in Wissenschaft und Technik, Reflexion und Brechung, Optische Eigenschaften der Materie, Geometrisch-optische Abbildung und Strahlenoptik, Mathematische Beschreibung von Wellen, Interferenz und Beugung, Fourier-Optik, Polarisation und Doppelbrechung, Ausblick auf moderne Gebiete der Optik: Opto-Elektronik, Photonik, Nano-Optik.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
E. Hecht, A. Zajac: Optik M. Born, E. Wolf: Principles of Optics				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname			Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik			PHYSIK-B5-VT	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Oberflächenphysik</b>			<b>GOfl</b>	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Oberflächenphysik.				
Inhalte				
Historische Einführung, atomare, elektronische und vibronische Struktur von Oberflächen, Mechanismen der Strukturbildung: Rekonstruktion und Relaxation, Herstellung reiner Oberflächen, Oberflächenzustände und elementare Anregungen, optische Eigenschaften, Phasenübergänge, Austrittsarbeit und Emissionsprozesse, Wechselwirkung mit Teilchen, chemische Reaktionen, Adsorption, Wachstum, Katalyse, Halbleiteroberflächen, Experimentelle Methoden.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Desjonqueres, Spanjaard: Concepts in Surface Physics Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids Somorjai: Introduction to Surface Chemistry and Catalysis Zangwill: Physics at Surfaces				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname			Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik			PHYSIK-B5-VT	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen des Magnetismus</b>			<b>GMag</b>	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Farle, Mergel, Nienhaus, Schneider, Schleberger, Wende		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse des Magnetismus.				
Inhalte				
Atomarer Magnetismus: Spin, magn. Moment, Diamagnetismus, Paramagnetismus, magnetische Ordnung im Festkörper, magnetische Anisotropie, magnetische Strukturen, Magnetodynamik, magnetische Anregungen, magnetische Kopplungsphänomene, Spinelektronik, Darstellung von Anwendungsbeispielen, Ausblick Nanomagnetismus: Nanopartikel, ultradünne Filme und magnetische Moleküle.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg Verlag München Wien) H. C. Siegmann, J. Stöhr; Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics (Springer Verlag) R. C. O'Handley, Modern Magnetic Materials: Principles and Applications (John Wiley & Sons) W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus 1 und 2 (Teubner Studienbücher Physik) H. Lueken, Magnetochemie (Teubner Studienbücher Physik) B. Heinrich, J.A.C. Bland, Ultrathin Magnetic Structures I-IV (Springer Verlag) H. Kronmüller und S. Parkin, Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials (Wiley & Sons)				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname			Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik			PHYSIK-B5-VT	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Halbleiterphysik			GHal	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Horn-von Hoegen, Lorke, Mergel, Nienhaus		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Halbleiterphysik.				
Inhalte				
Historische Bedeutung und Entwicklung von Halbleitermaterialien; Technologie der Halbleitermaterialien; festkörperphysikalische Grundlagen, elementare und Verbindungs-Halbleiter; Dotierung und Ladungsträgerstatistik; Ladungstransport in Halbleitern; Hall-Effekt; Magnetotransport; Anwendungen: Dioden, Transistoren, MOSFET.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
K. Seeger, Semiconductor Physics M. Grundmann, Semiconductor Physics P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors O. Madelung, Grundlagen der Halbleiterphysik				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				



Modulname			Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik			PHYSIK-B5-VT	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Atom- und Molekülphysik			GAtMol	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Nienhaus, Schleberger, Wucher		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Atom- und Molekülphysik				
Inhalte				
Wasserstoff-Atom: Dirac-Gleichung, Lambshift; Mehrelektronenatome: Orts- und Spinwellenfunktion, Pauli-Spin-Matrizen, Clebsch-Gordon-Koeffizienten, Atome in Feldern, elektronische Übergänge; Molekülphysik: optische Spektroskopie, IR- und Ramanübergänge, Rotation und Schwingung, quantenmechanische Korrekturen, elektronische Übergänge, Ausblick auf die Physik mehratomiger Moleküle.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
T. Mayer-Kuckuck: Atomphysik H. Haken, H.C. Wolf: Atom- und Quantenphysik H. Haken, H.C. Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie A. Beider: Atome, Moleküle, Festkörper W. Demtröder, Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname			Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik			PHYSIK-B5-VT	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Plasmaphysik			GPla	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Brezinsek, Wucher		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Plasmaphysik.				
Inhalte				
Einführung: Vorkommen von Plasmen in Natur und Technik, Grundlegende Plasmacharakteristika – Kenngrößen und Zustandsgrenzen, Einteilchenbewegung in elektromagnetischen Feldern, Stoßprozesse in Plasmen, Flüssigkeitsbeschreibung von Plasmen: Magneto- Hydrodynamik, Wellenausbreitung in Plasmen, Anwendung der Plasmaphysik: Magnetischer Einschluss von Hochtemperaturplasmen zur kontrollierten Kernfusion, Experimentelle Methoden: Plasmadiagnostik.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Goldston, Robert J. and Rutherford, Paul H.: Introduction to plasma physics / Bristol: Inst. of Physics Publ., 1995 Michael Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung, Teubner 2003				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname				Modulkürzel	
Vertiefungsfach Physik				PHYSIK-B5-VT	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Astrophysik</b>				<b>GAstro</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Wurm			Physik		Physik
Semester	Turnus		Sprache		Voraussetzungen
6	SS		Deutsch		PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium		Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h		90 h	3
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Astrophysik.					
Inhalte					
Beobachtungstechniken (Teleskope, Messgrößen (Astrometrie, elektromagnetische Strahlung)), Himmelsmechanik, Sternentstehung, Aufbau und Entwicklung (massearme, massereiche Sterne, Riesensterne, Schwarze Löcher, ...), Sonne, Hertzsprung-Russell Diagramm, Planetensysteme (Entstehung, Entwicklung, Besonderheiten, Sonnensystem, extrasolare Planeten, Raumsonden), interstellares Medium, Galaxien, Kosmologie, kosmische Strahlung					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
An Introduction to Modern Astrophysics, Carroll und Ostlie, Addison-Wesley, 2006					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Kompetenzbereich  
**ERGÄNZUNGSBEREICH**

## E1: Schlüsselqualifikationen

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>E1: Schlüsselqualifikationen I</b>		<b>PHYSIK-B1-E11</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Seminar zum Grundlagenpraktikum I	2	90	3
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>2</b>	<b>90</b>	<b>3</b>

<b>Lernziele des Moduls</b>
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
Kumulativ

Modulname				Modulkürzel	
E1: Schlüsselqualifikationen I				PHYSIK-B1-E11	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Seminar zum Grundlagenpraktikum I</b>				<b>SGPrak1</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Dozenten der Physik			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1 u. 2	WS/SS	Deutsch			
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Seminar					
Lernziele					
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.					
Inhalte					
Ergeben sich aus den Versuchen des Moduls PHYSIK-B1-PR1					
Studien-/Prüfungsleistung					
Seminarvortrag					
Literatur					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>E1: Schlüsselqualifikationen II</b>		<b>PHYSIK-B3-E12</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengänge	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	30 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B1-PR1, PHYSIK-B1-E11	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Seminar zum Grundlagenpraktikum II	2	90	3
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>2</b>	<b>90</b>	<b>3</b>

## Lernziele des Moduls

Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.

Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

## Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Kumulativ



Modulname				Modulkürzel	
E1: Schlüsselqualifikationen II				PHYSIK-B3-E12	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Seminar zum Grundlagenpraktikum II</b>				<b>SGPrak2</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Dozenten der Physik			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
3 u. 4	WS/SS	Deutsch	PHYSIK-B1-PR1, PHYSIK-B1-E11		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Seminar					
Lernziele					
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.					
Inhalte					
Ergeben sich aus den Versuchen des Moduls PHYSIK-B3-PR2					
Studien-/Prüfungsleistung					
Seminarvortrag					
Literatur					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>E1: Schlüsselqualifikationen III</b>		<b>PHYSIK-B6-E13</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B1-E11, PHYSIK-B3-E12	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Seminar Projektplanung und Präsentation	2	120	4
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>2</b>	<b>120</b>	<b>4</b>

<b>Lernziele des Moduls</b>
Die Studierenden sind in der Lage, Daten aus physikalischen Versuchen wissenschaftlich zu analysieren und kritisch zu bewerten, ihre Ergebnisse in geeigneter Form zu präsentieren und in einer Diskussion zu verteidigen.
Die Studierenden sind fähig, Zeitmanagementtechniken und geeignete Lernstrategien anzuwenden, sie kennen Kommunikations- u. Vermittlungstechniken und wenden diese in Kleingruppenarbeit und in Übungsgruppen an.

<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
Kumulativ

Modulname		Modulkürzel
E1: Schlüsselqualifikationen III		PHYSIK-B6-E13
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Seminar Projektplanung und Präsentation</b>		<b>ProPrä</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
6	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-E11, PHYSIK-B3-E12

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	90 h	120 h	4

Lehrform
Seminar
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage sich in ein physikalisches Thema einzuarbeiten, relevante Daten zu recherchieren, zu analysieren und kritisch einzuordnen. Sie sind fähig, wissenschaftliche Ergebnisse in angemessener Form zu präsentieren und zu diskutieren.
Inhalte
Die Teilnehmer halten einen Vortrag zu einem physikalischen Thema aus dem Bereich der theoretischen oder experimentellen Physik. Einzelthemen, Anforderungen und Umfang werden zu Beginn der Veranstaltung spezifiziert. Zu leisten sind die Erarbeitung der wesentlichen Aussagen unter Ausnutzung der Recherchemöglichkeiten in wissenschaftlichen Datenbanken, die Umsetzung der Ergebnisse in eine Präsentation, die Darstellung in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit anschließender Diskussion der Ergebnisse und der Präsentation.
Studien-/Prüfungsleistung
Ausarbeitung und Präsentation eines wissenschaftlichen Vortrages und einer schriftlichen Zusammenfassung.
Literatur
Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung

## E2: Allgemeinbildende Grundlagen

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie</b>		<b>PHYSIK-B1-E21</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Chemie		Chemie	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie)	6	150	5
II	Praktikum Allgemeine Chemie	5	110	3
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>11</b>	<b>260</b>	<b>8</b>
Lernziele des Moduls				
Einführung in Grundkonzepte der Chemie. Erklärung von Stoffeigenschaften und chemischen Vorgängen auf molekularer Ebene.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
2-stündige Klausur am Ende des 1. Semesters und bewertete Übungsaufgaben: mindestens 60% der Punkte bei den Übungsaufgaben (V + Ü); Antestate (30%), praktisches Arbeiten im Labor (10 %), Protokollierung im Laborjournal (10%), 1-stündige Praktikumsabschlussklausur (50%)				

Modulname		Modulkürzel
Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie		PHYSIK-B1-E21
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie)</b>		<b>EChem</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Chemie	Chemie	Chemie

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	Abitur	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	60 h	150 h	5
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Einführung in Grundkonzepte der Chemie. Erklärung von Stoffeigenschaften und chemischen Vorgängen auf molekularer Ebene. Basierend auf chemischem Grundwissen und –verständnis sollen Anwendungsaspekte verständlich gemacht werden.				
Inhalte				

- Beschreibung von stofflichen Zuständen
- Methoden der Stofftrennung
- Chemische Elemente
- Stoffmengenbegriff und Stöchiometrie
- Atomaufbau, Atomeigenschaften, Periodensystem der Elemente
- Prototypen der chemischen Bindung und Modelle zu deren Beschreibung
- Grundlagen der Kinetik chemischer Reaktionen
- Grundlagen der Thermodynamik chemischer Reaktionen
- Säure-Base-Reaktionen (Protonentransfer-Gleichgewichte)
- Redox-Reaktionen (Elektronentransfer-Gleichgewichte)
- Grundlagen und Anwendungen der Elektrochemie
- Exemplarische Behandlung chemischer Reaktivitäten: Erarbeitung von Reaktivitätstrends vor dem Hintergrund des Periodensystems
- Wasserstoffverbindungen: Bindungsvielfalt und Reaktivitätsmuster
- Halogene, Prototypen von Nichtmetallen: typische Reaktivitäten ausgewählter Halogenverbindungen
- Ausgewählte Alkali- und Erdalkalimetalle: wichtige Verbindungen und Verbindungseigenschaften
- Gruppe 14: der Übergang von Nichtmetallen zu Metallen; u. a. kurze Einführung in wichtige organische Stoffklassen und Polymere

#### Studien-/Prüfungsleistung

Bewertete Übungsaufgaben: mindestens 60 % der Punkte der Übungsaufgaben (V + Ü); 2-stündige Klausur am Ende des 1. Semesters

#### Literatur

Charles E. Mortimer, Ulrich Müller, Chemie - Das Basiswissen der Chemie, 8. Aufl., Thieme, Stuttgart, 2003; UB: 35 UNP 1437

#### Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname			Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie			PHYSIK-B1-E21	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Praktikum Allgemeine Chemie			PrChem	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Chemie		Chemie	Chemie	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch	EChem inkl. Prüfungsleistungen	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
5	75 h	35 h	110 h	3
Lehrform				
Experimentelles Praktikum				
Lernziele				
Einführung in den sicheren Umgang mit Chemikalien (Gefahrstoffen) und die sachgerechte Entsorgung von Laborabfällen, Kenntnis der Funktion und korrekte Handhabung einfacher Laborgeräte einschließlich des sachgemäßen Aufbaus von Standardlaborglasapparaturen, Praktische Erfahrung von Grundbegriffen anhand von typischen Experimenten.				



<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sicheres Arbeiten im chemischen Labor</li><li>• Umgang mit Laborabfällen</li><li>• Verhalten bei Gefahren im Labor</li><li>• Dokumentieren von Versuchen im Laborjournal</li><li>• Chemische Grundoperationen: Wägen, Volumenmessung, Stofftrennung (Filtrieren, Kristallisieren, Sublimieren, Destillieren)</li><li>• Qualitative Bestimmung von Stoffeigenschaften, z.B. Löslichkeit, Hydrolyseverhalten, Pufferwirkung, Verhalten von Metallen gegenüber Wasser, Säuren und Basen</li><li>• Analytische Grundoperationen zur Stoffidentifizierung: Gravimetrie, Komplexometrie, volumetrische Säure-Base- und Redox-Bestimmungen</li><li>• Synthesen</li></ul>
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Antestate (30%), praktisches Arbeiten im Labor (10%), Protokollierung im Laborjournal (10%), 1-stündige Praktikumsabschlussklausur (50%)
<b>Literatur</b>
Praktikumsskript mit Versuchsanleitungen Gerhart Jander, Ewald Blasius, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, 14. Aufl., S. Hirzel, Stuttgart, 1995; UB: 35 UNP 1209
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik</b>		<b>PHYSIK-B1-E22</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Informatik		Informatik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1. oder 2.	15 oder 30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlegende Programmiertechniken	3	120	4
II	Fortgeschrittene Programmiertechniken	3	120	4
III	Rechnernetze- und Kommunikationssysteme	3	120	4
IV	Sicherheit in Kommunikationsnetzen	3	120	4
V	Software-Technik	6	240	8
VI	Datenstrukturen und Algorithmen	6	240	8
<b>Summe</b>		<b>6</b>	<b>240</b>	<b>8</b>

Lernziele des Moduls

Erwerb von Kenntnissen und Fertigkeiten in den Grundlagen der Informatik. Aus den o. g. Lehrveranstaltungen sind Lehrveranstaltungen im Gesamtumfang von 8 ECTS-Credits zu wählen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Kumulativ aus den Studien-/Prüfungsleistungen in den einzelnen Lehrveranstaltungen

<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
Programmiertechnik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-PRT PHYSIK-B1-E22 (Physik)
<b>Modulverantwortlicher</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr. Wolfgang Hoepfner	Informatik
<b>Verwendung in Studiengang</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Angewandte Informatik, Bachelor-Studiengang Physik</li> </ul>	

<b>Studienjahr</b>	<b>Dauer in Semestern</b>	<b>Modultyp</b>
1	2	Pflichtmodul

<b>Voraussetzungen laut PO</b>	<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>
	Inhaltlich Voraussetzung für die Veranstaltung "Fortgeschrittene Programmieretechniken": - Veranstaltung „Grundlegende Programmieretechniken“ - UML aus der Veranstaltung „Modellierung“,

Nr.	Module, semesterbezogen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlegende Programmieretechniken	1	3	120	4
2	Fortgeschrittene Programmieretechniken	2	3	120	4
<b>Summe</b>			<b>6</b>	<b>240</b>	<b>8</b>

<b>Beschreibung</b>
Das Modul „Programmiertechnik“ führt die Programmiersprache Java als moderne, objektorientierte Programmiersprache ein. Im ersten Teil des Moduls werden die grundlegenden Sprachkonstrukte und das objektorientierte Paradigma besprochen. Hierauf aufbauend werden im zweiten Teil komplexere Sprachelemente und Application Programming Interfaces (APIs) besprochen, die in vielen Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen.
<b>Ziele</b>
Die Studierenden lernen exemplarisch am Beispiel einer modernen, objektorientierten Sprache die Konzepte und Techniken des Programmierens kennen und können eigenständig wesentliche Algorithmen und Datenstrukturen umsetzen. Sie beherrschen aktuelle Entwicklungsmethoden und – umgebungen und können diese für komplexere aber begrenzte Entwicklungsaufgaben einsetzen. Gleichzeitig besitzen sie Kenntnisse über bewährte Entwurfsmuster und wenden diese im Systementwurf an.
<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
Schriftliche Modul-Gesamtklausur

<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
Programmiertechnik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-PRT PHYSIK-B1-E22 (Physik)
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungskürzel</b>
<b>Grundlegende Programmier Techniken</b>	<b>b-gpt</b>
<b>Lehrende</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr. Wolfgang Hoepfner	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sollen die Konzepte einer modernen, objektorientierten Programmiersprache kennen und anwenden lernen. Sie sollen dem Problem angemessene Datenstrukturen und Programmkonstrukte wählen, beurteilen und verwenden können. Ausgehend von den elementaren Sprachkonstrukten sollen die Studierenden in der Lage sein, kleinere Problemstellungen in einen Algorithmus zu überführen und in Java zu implementieren. Hierbei sollen die Studierenden lernen, den Standards und Konventionen entsprechenden, verständlichen und gut dokumentierten Quellcode zu erzeugen.
<b>Beschreibung</b>
Anhand der Programmiersprache Java werden grundlegende Programmier Techniken in einer objektorientierten, modernen Sprache besprochen. Inhalte im Einzelnen: - Einführung und grundlegende Struktur von Programmen - Lexikalische Elemente, Datentypen und Variablen, Ausdrücke und Anweisungen - Objektorientierte Programmierung: Klassen, Methoden, Vererbung, Interfaces, Abstrakte Klassen - Standard und Utilityklassen - Generische Datentypen – Anwendung von Standardtypen - Ausnahmebehandlung - Ein- und Ausgabe mittels Streams - Graphische Oberflächen (Einführung) - Einführung - Ereignisbehandlung - Anwendung der JSDK Utility Programme (Javadoc etc.).
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmiertechnik" am Ende des 2. Semesters
<b>Literatur</b>
- Judith Bishop: Java lernen. 2. Auflage, Pearson Studium - Guido Krüger: Handbuch der Java-Programmierung. 4. Auflage. Addison-Wesley, 2004 - Christian Ullenboom: Java ist auch eine Insel. 5. Auflage, Galileo Computing, 2005 - Sun JSDK und zugehörige Tutorials

<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
Programmiertechnik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-PRT PHYSIK-B1-E22 (Physik)
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungskürzel</b>
<b>Fortgeschrittene Programmiertechniken</b>	<b>b-ftp</b>
<b>Lehrende</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr. Wolfgang Hoepfner	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	deutsch	Veranstaltung "Grundlegende Programmiertechniken"

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sollen die in der Veranstaltung des ersten Semesters erlernten Konzepte vertiefen und auf komplexere Fragestellungen anwenden können. Hierbei sollen sie die in der Veranstaltung "Modellierung" erlernten Techniken, wie z.B. UML an konkreten Fragestellungen einsetzen. Die Studierende sollen weiterführende Sprachelemente und APIs verstehen und anwenden können, die sie in die Lage versetzen, größere Anwendungen, z.B. im Netzwerk- und Datenbankbereich erfolgreich zu implementieren.
<b>Beschreibung</b>
Aufbauend auf die grundlegenden Programmiertechniken aus der Veranstaltung des 1. Semesters werden weiterführende Sprachelemente und komplexere APIs besprochen und anhand von komplexeren Fragestellungen angewendet. Hierbei kommen Modellierungstechniken, wie z.B. UML zum Einsatz. Inhalte im Einzelnen: - Nebenläufige Programmierung mittels Threads - Objektserialisierung - Erweiterte graphische Benutzeroberflächen, Entwurfsmuster, Model-View-Controller Prinzip - Generische Datentypen (Definition und Konzeption) - Datenbankbindung mittels JDBC - Einführung in die Netzwerkprogrammierung - Verteilte Programmierung mittels Remote Method Invocation (RMI) - Applets und Servlets.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmiertechnik" am Ende des 2. Semesters
<b>Literatur</b>
- Judith Bishop: Java lernen. 2. Auflage, Pearson Studium - Guido Krüger: Handbuch der Java-Programmierung. 4. Auflage. Addison-Wesley, 2004 - Christian Ullenboom: Java ist auch eine Insel. 5. Auflage, Galileo Computing, 2005 - Sun JSDK und zugehörige Tutorials

<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
<b>Rechnernetze und Sicherheit</b> <b>Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik</b>	<b>B-RSI</b> <b>PHYSIK-B1-E22 (Physik)</b>
<b>Modulverantwortlicher</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr. rer. nat. Wolfram Luther	Informatik
<b>Verwendung in Studiengang</b>	
• Bachelor Angewandte Informatik, Bachelor-Studiengang Physik	

<b>Studienjahr</b>	<b>Dauer in Semestern</b>	<b>Modultyp</b>
2	2	Pflichtmodul
<b>Voraussetzungen laut PO</b>		<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Rechnernetze und Kommunikationssysteme	3	3	120	4
2	Sicherheit in Kommunikationsnetzen	4	3	120	4
<b>Summe</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>240</b>	<b>8</b>

<b>Beschreibung</b>
Das Modul "Rechnernetze und Sicherheit" umfasst die Veranstaltungen "Rechnernetze und Kommunikationssysteme" und "Sicherheit in Kommunikationsnetzen". Das Modul baut auf dem Modul "Rechnersysteme" auf und bereitet die Veranstaltung Betriebssysteme vor. Es führt in die Rechnerkommunikation anhand von Schichtenmodellen ein und stellt gängige Komponenten, Protokollfamilien, Dienste und Standards vor. Aufbauend auf den Grundfunktionalitäten einer zuverlässigen Kommunikation rücken dann Sicherheitsaspekte in den Vordergrund. Sie umfassen die Grundlagen der Kryptologie, bauen die Begrifflichkeiten wie Sicherheit, Vertraulichkeit, Authentikation anhand formaler oder beschreibender Modelle auf und wenden die Konzepte im Kontext von Rechtsvorschriften, Standardisierungen in modernen Rechner- und Kommunikationsarchitekturen aus der Sicht des Nutzers wie auch des Systemverwalters an.
<b>Ziele</b>
Die Studierenden gewinnen ein grundlegendes Verständnis der Rechnerkommunikation anhand von Schichtenmodellen, sie ordnen physikalische und logische Komponenten, wie z. B. Adressen, sowie Dienste den Schichten zu, kennen wichtige Zugangsstandards und Protokollfamilien und ihre Bedeutung für den Datenaustausch. Weiterhin verstehen sie die unterschiedlichen Aspekte von Sicherheit bei Informations- und Kommunikationssystemen. Sie können die erlernten Begrifflichkeiten in umfangreichen Sicherheitsarchitekturen einordnen, beherrschen grundlegende Sicherheitsaspekte beim Zugang zu Rechenanlagen und sind mit wichtigen Softwareanomalien und notwendigen Schutzmaßnahmen vertraut. Schließlich schließlich können sie Erweiterungen von Netzwerkprotokollen um Sicherheits- und Vertraulichkeitseigenschaften analysieren und Schutzmaßnahmen zur Sicherung des geistigen Eigentums in Einklang mit den rechtlichen Grundlagen beurteilen.
<b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>
Modul-Gesamtprüfung oder Einzel-Prüfungen

<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
Rechnernetze und Sicherheit Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-RSI PHYSIK-B1-E22 (Physik)
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungskürzel</b>
<b>Rechnernetze und Kommunikationssysteme</b>	<b>b-rks</b>
<b>Lehrende</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr. rer. nat. Wolfram Luther	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden begreifen Rechnerkommunikation anhand von Schichtenmodellen, sie ordnen physikalische und logische Komponenten, wie z. B. Adressen, sowie Dienste den Schichten zu, kennen wichtige Zugangsstandards und Protokollfamilien und ihre Bedeutung für den Datenaustausch. Sie identifizieren verschiedene Kommunikationsformen in den betrachteten Architekturen, die bereitgestellten Dienste und verstehen ihr Zusammenspiel zur Gewährleistung eines Informationsflusses im Rahmen von Qualitätssicherungen.
<b>Beschreibung</b>
Die Veranstaltung behandelt Hardwaregrundlagen für Rechnernetze, Technologien zur Paketübertragung, Schichtenmodell und Protokolle, Netzwerkanwendungen. Inhalt im Einzelnen: - Hardwaregrundlagen für Rechnernetze (Übertragungsmedien, Übertragungskomponenten, Topologien) - Technologien zur Paketübertragung (Zugriffsstandards, Ethernet, 10Base2, 10Base5, 10BaseT, 100BaseTX/FX, Gigabit-Ethernet, FDDI, ATM, Wireless-LAN, DSL-Techniken) - Schichtenmodell und Protokolle (Protokollfamilie TCP/IP, wichtigste Dienstprotokolle, IPv6, IPsec etc.) - Netzwerkanwendungen (Client/Server Interaktion, Sockets, Dienste im Internet wie DNS, FTP, WWW etc.)
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Mündliche Prüfung im Rahmen des Moduls "Rechnernetze und Sicherheit"
<b>Literatur</b>
- A. Tanenbaum: Computernetzwerke, 3. Auflage, Pearson Studium 2000 - J. Kurose, K. Ross: Computernetze, Pearson Studium 2002

<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
Rechnernetze und Sicherheit Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-RSI PHYSIK-B1-E22 (Physik)
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungskürzel</b>
<b>Sicherheit in Kommunikationsnetzen</b>	<b>b-skn</b>
<b>Lehrende</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr. rer. nat. Wolfram Luther	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
3	45	75	120	4

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden lernen die verschiedenen Facetten des Begriffs Sicherheit kennen. Ausgehend von Verfahren zur Generierung von Schlüsseln und Signaturen beherrschen sie den Ablauf von Kommunikationsprotokollen und sind mit den Begriffsbildungen zum Zero Knowledge Proof vertraut. Sie identifizieren die erlernten Begrifflichkeiten in umfangreichen Sicherheitsarchitekturen, beherrschen grundlegende Sicherheitsaspekte beim Zugang zu Rechenanlagen und sind mit wichtigen Softwareanomalien und notwendigen Schutzmaßnahmen vertraut. Schließlich analysieren sie Erweiterungen von Netzwerkprotokollen um Sicherheits- und Vertraulichkeitseigenschaften und beurteilen Schutzmaßnahmen zur Sicherung des geistigen Eigentums in Einklang mit den rechtlichen Grundlagen.
<b>Beschreibung</b>
Die Veranstaltung behandelt grundlegende Technologien, Protokolle, Architekturen, Subsysteme für die Sicherheit in Kommunikationsnetzen. Inhalte im Einzelnen: - Grundlagen der Kryptographie - Symmetrische und asymmetrische Verfahren – Hash-Funktionen - Digitale Signaturen – Authentifikations- und Schlüsselaustauschprotokolle - Zero-Knowledge Proofs – Sicherheitsmanagement Schlüsselverwaltung - Zugangs- und Zugriffskontrollen - Sicherheitsarchitekturen, Kerberos etc. - Softwareanomalien und Manipulationen Schutzmassnahmen - Sicherheit in offenen Systemen, LAN und WAN, Internet IPsec - Copyrightaspekte, Pay-TV und DVD - Digitale Wasserzeichen.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Mündliche Modulprüfung
<b>Literatur</b>
- Bruce Schneier: Angewandte Kryptographie. Pearson Studium 2006 - G. Schäfer: Netzsicherheit. dpunkt.verlag, 2003 - Aktuelle Internetliteratur



<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
Software-Technik Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	B-SWT PHYSIK-B1-E22(Physik)
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungskürzel</b>
<b>Software-Technik</b>	<b>b-swt</b>
<b>Lehrende</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr. rer. nat. Maritta Heisel	Informatik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	deutsch	Modul "Programmiertechniken", sowie Veranstaltungen "Modellierung (UML)", "Datenstrukturen und Algorithmen"

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
6	90	150	240	8

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (4 SWS) und Praktikum (2 SWS)
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden können den Unterschied zwischen Softwareentwicklung und Programmierung erklären und verschiedene Vorgehensmodelle und Phasen der Softwareentwicklung erläutern. Sie sind in der Lage, Prinzipien der Objektorientierung zu benennen und zu erklären und können objektorientierte Software systematisch nach einem gegebenen Prozess entwickeln. Weiterhin können sie unterschiedliche Software-Qualitätssicherungstechniken erklären und sind in der Lage, Software systematisch zu testen.
<b>Beschreibung</b>
Die Veranstaltung vermittelt verschiedene Vorgehensmodelle und die Phasen der Software-Entwicklung, die Prinzipien der Objektorientierung bei Programmierung und Software-Entwicklung, systematisches Testen von Software, sowie Qualitätssicherungstechniken. In einem begleitenden Praktikum werden die vorgestellten Konzepte beispielhaft angewendet. Inhalte im Einzelnen: - Motivation: Unterschied zwischen Programmierung im Kleinen und Softwareentwicklung im Großen, Erfolgsfaktoren für Softwareprojekte - Software-Prozessmodelle - Analysephase (Terminologie, insbes. Anforderungen versus Spezifikationen, Ableitung von Spezifikationen aus Anforderungen und Domänenwissen, Zerlegung komplexer Probleme in einfache Unterprobleme, Problem Frames als Muster für einfache Softwareentwicklungsprobleme) - Prinzipien der Objektorientierung - Objektorientierter Softwareentwicklungsprozess (Fusion) unter Verwendung von UML (Modelle und Notationen für die Analyse, Modelle und Notationen für den Entwurf, Umsetzung des Entwurfs in eine objektorientierte Implementierung) - Architektur- und Entwurfsmuster - Testen - Weitere Techniken zur Qualitätssicherung, darunter Metriken, Inspektionen.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Literatur</b>
- H. Balzert: Lehrbuch der Softwaretechnik, 2 Bände, Spektrum-Verlag. - I. Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley. - S. L. Pfleeger: Software Engineering, Prentice-Hall, 2001. - M. Jackson: Problem Frames. Analyzing and structuring software development problems, Addison-Wesley, 2001.

- M. Jeckle, et al.: UML 2 glasklar.
- D. Coleman, et al.: Object-Oriented Development (The Fusion Method), Prentice-Hall, 1994.
- E. Gamma, et al.: Design Patterns, Addison Wesley, 1995.
- P. Liggesmayer: Software-Qualität, Spektrum, 2002.

<b>Modulname</b>	<b>Modulkürzel</b>
Datenstrukturen und Algorithmen Allgemeinbildende Grundlagen: Grundlagen der Informatik	M-DAS PHYSIK-B1-E22 (Physik)
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungskürzel</b>
<b>Datenstrukturen und Algorithmen</b>	<b>b-dsa</b>
<b>Lehrende</b>	<b>Fachbereich/Abteilung</b>
Prof. Dr.-Ing. Norbert Fuhr	Informatik

<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Voraussetzungen</b>
2	SS	deutsch	Veranstaltung "Grundlegende Programmieretechniken"

<b>SWS</b>	<b>Präsenzstudium</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Arbeitsaufwand in h</b>	<b>ECTS-Credits</b>
6	90	150	240	8

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden können die Bedeutung von Datenstrukturen und Algorithmen erläutern und einordnen. Sie sind in der Lage, wichtige Datenstrukturen und Algorithmen zu benennen und ihre Eigenschaften zu erklären. Sie können problemadäquate Datenstrukturen und Algorithmen auswählen, spezifizieren und implementieren.
<b>Beschreibung</b>
Die Veranstaltung stellt das Konzept der Abstrakten Datentypen vor, führt die wichtigsten Beispiele von Abstrakten Datentypen ein und zeigt deren Anwendung/Handhabung im Rahmen der Behandlung von wichtigen grundlegenden Algorithmen. Inhalte im Einzelnen: - Konzept der Abstrakten Datentypen - Notation zur Spezifikation von Abstrakten Datentypen und Algorithmen - Bedeutung von Vor- und Nachbedingungen - Wichtige Abstrakte Datentypen (Listen, Keller, Schlangen, Mengen, Binärbäume, ausgewogene Bäume, B-Bäume, Graphen, Hash-Tabellen) - Implementierung von Abstrakten Datentypen - Wichtige Klassen von Algorithmen (Divide-and-Conquer-Algorithmen, Such- und Sortieralgorithmen, Graphalgorithmen, Greedy-Algorithmen, Optimierungsalgorithmen).
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Schriftliche Klausurarbeit oder mündliche Prüfung
<b>Literatur</b>
- Robert Sedgewick: Algorithms, Addison Wesley, 1998 - Bertrand Meyer: Object-Oriented Software Construction, Prentice Hall, 1997 - sowie andere Literatur zu diesem Thema gemäß Mitteilung in Veranstaltung

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Klausurarbeit mit einer Dauer von 60 Minuten.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002</li><li>- B. Morgenstern: Elektronik I: Bauelemente, Elektronik II: Schaltungen, Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme, Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1997</li><li>- J. Bermeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl-Hauser-Verlag, 2001.</li><li>- P.E. Allen und D.R. Holberg: CMOS Analog circuit design, Oxford University Press, 2. Auflage, 2002.</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>
<a href="http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/">http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/</a>

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik 1</b>		<b>b-el1 PHYSIK-B3-E24 (Physik)</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Elektrotechnik		Ingenieurwissenschaften	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik Bachelor NanoEngineering Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Elektronische Bauelemente	3	110	4
II	Grundlagen elektronischer Schaltungen	3	110	4
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>6</b>	<b>220</b>	<b>8</b>
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Bauelemente zu verstehen, die Abhängigkeiten von technologischen Größen abzuschätzen und die Grundlagen der elektronischen Schaltungstechnik anzuwenden.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.				

Modulname			Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik 1			b-el1 PHYSIK-B3-E24 (Physik)	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Elektronische Bauelemente</b>			<b>EB</b>	
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Franz-Josef Tegude		Halbleitertechnik/Halbleitertechnologie		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
3	WS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	65 h	110 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Bauelemente zu verstehen und die Abhängigkeiten von technologischen Größen abschätzen zu können.				
Inhalte				
Ausgehend von der MOS-Grundstruktur werden zunächst MOS-Kondensatoren, Ladungsgekoppelte Bauelemente (CCD) sowie MOS-Feldeffekttransistoren behandelt. Ebenso werden die Grundlagen von MESFET, JFET und Heterostruktur-FET (HFET), hergestellt auf III/V-Halbleiterschichten, erarbeitet, sowie die DC-Kennlinien dieser Bauelemente hergeleitet. Bipolare Bauelemente, pn-Dioden, npn- bzw. pnp-Transistoren, und spezielle Bauteile wie Tunnel- und Zenerdioden werden behandelt. Aus dem Großsignalverhalten werden die verschiedenen Kleinsignalersatzschaltbilder der unipolaren- sowie bipolaren Bauelemente hergeleitet.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Schriftliche Klausur, 120 Minuten. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.				
Literatur				

- 1 F.J.Tegude, Festkörperelektronik, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen, 2004
- 2 K.-H. Rumpf, K.Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente – Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987
- 3 K.Bystron, J.Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990
- 4 R.S. Muller, T.I.Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7
- 5 H.Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7
- 7 M.Shur, GaAs Devices and Circuits, Plenum Press, Microdevices: Physics and Fabrication Technologies, New York 1987, ISBN 0-306-42192-5

Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.hlt.uni-duisburg-essen.de/>

Modulname			Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik 1			b-e11 PHYSIK-B3-E24 (Physik)	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen elektronischer Schaltungen</b>			<b>GES</b>	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Prof. Ph.D. Bedrich Hosticka		Mikroelektronische Systeme	Elektrotechnik und Informationstechnik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
4	SS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	65 h	110 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektronischen Schaltungen können sie anwenden.				
Inhalte				



### I. Grundlagen der Schaltungstechnik:

- Analysemethoden für elektronische Schaltungen: Netzwerktransformation, nützliche Theoreme
- Arbeitspunkteinstellung und Kleinsignalbetrieb: Begriff des Arbeitspunktes, Linearisierung, Arbeitspunkt, Kleinsignalanalyse

### II. Verstärker und Rückkopplung:

- elementare Grundsaltungen für Verstärker: Verstärkerstufen, Differenzverstärker, Impedanzwandler, Stromquellen, Stromspiegel, Phasenaddierstufen, Ausgangsstufen
- Rückkopplung und Stabilität: Mitkopplung und Gegenkopplung, Ringverstärkung und Betriebsverstärkung, Bodediagramm, Nyquist-Kriterium, Phasen- und Amplitudenrand
- Operationsverstärker: Idealer Operationsverstärker, realer Operationsverstärker, praktische Beispiele, Kenndaten
- Frequenzgangkompensation: Dominante Pole, Lead-Lag-Kompensation, Pol-Nullstellen-Kompensation
- lineare Signalverarbeitung mit Operationsverstärkern: invertierender und nichtinvertierender Verstärker, Addierer, Subtrahierer, Integrator, Differenzierer, Strom- und Spannungsquellen
- nichtlineare Schaltungen mit Operationsverstärkern: Komparatoren, Schmitt-Trigger, Gleichrichter, Begrenzer, Logarithmierer, Multiplizierer
- Oszillatoren und Kippschaltungen: Multivibratoren, Sinusgeneratoren, Funktionsgeneratoren

### III. Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik:

- kombinatorische Logik, Gatter und Logikfamilien: Inverter und Grundgatter, TTL, ECL, CMOS-Logik
- Flip-Flops und Speicher: RS-Flip-Flop, MS-Flip-Flop, Aufbau von Speichern
- synchrone Schaltwerke und Automaten: systematischer Entwurf sequentieller synchroner Schaltungen
- Systementwurf und Timing: Einführende Bemerkungen zum hierarchischen Entwurf, Partitionierung und Taktversorgung

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Klausurarbeit mit einer Dauer von 60 Minuten.
<b>Literatur</b>
- U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002 - B. Morgenstern: Elektronik I: Bauelemente, Elektronik II: Schaltungen, Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme, Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1997 - J. Bermeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl-Hauser-Verlag, 2001. - P.E. Allen und D.R. Holberg: CMOS Analog circuit design, Oxford University Press, 2. Auflage, 2002.
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>
<a href="http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/">http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/</a>

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften</b>		<b>PHYSIK-B1-E23</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
E. Amann		Wirtschaftswissenschaften	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Vorkurs Mathematik	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Einführung in die Wirtschaftswissenschaften I	6	270	9
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>6</b>	<b>270</b>	<b>9</b>
Lernziele des Moduls				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Siehe Lehrveranstaltung				

Modulname		Modulkürzel		
Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften		PHYSIK-B1-E23		
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel		
<b>Einführung in die Wirtschaftswissenschaften I</b>		<b>EWiWi</b>		
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten des FB Wirtschaftswissenschaften		Wirtschaftswissenschaften	Wirtschaftswissenschaften	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	deutsch	Vorkurs Mathematik	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
6	90 h	180 h	270 h	9
Lehrform				

Vorlesung (2+2) und Übung (2)
Lernziele
Inhalte
Einführung in die Volkswirtschaftslehre (2 V + 2 Ü), Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre
Studien-/Prüfungsleistung
Die Veranstaltung wird vorlesungsbegleitend geprüft, wobei einzelne Teile des Moduls getrennt bewertet werden und jede Teilprüfung bestanden werden muss.
Literatur
Weitere Informationen zur Veranstaltung

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung</b>		<b>b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Elektrotechnik		Ingenieurwissenschaften	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor NanoEngineering Bachelor of Science Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Nanocharakterisierung 1	3	90	3
II	Nanocharakterisierung 2	3	90	3
III	Praktikum Nanocharakterisierung	2	60	2
IV				
<b>Summe</b>		<b>8</b>	<b>240</b>	<b>8</b>
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an nanoanalytische Messverfahren gestellt werden. Sie beherrschen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Photonen, Messspitzen) mit Nanostrukturen und Bauelementen. Sie können entscheiden, welche Analyseverfahren passend für die jeweilige Fragestellung und Spezifikation an die Messung geeignet ist.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.				

Modulname				Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung				b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Nanocharakterisierung 1</b>				<b>NCA1</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell			Werkstoffe der Elektrotechnik		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
3	WS	Deutsch			
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
3	45 h	45 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung + Übung					
Lernziele					
Die Studierenden kennen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Messspitzen) mit den Nanostrukturen/Bauelementen und können daraus den Einsatz der vorgestellten nanoanalytischen Messverfahren ableiten. Sie sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden. Sie können aus der Art der Analyse (z.B. Topographie, Kristallstruktur, chemische Zusammensetzung) und der Spezifikation an die Messung (z.B. Ortsauflösung, geforderte Empfindlichkeit, untersuchtes Materialspektrum) entscheiden, welches Verfahren optimal geeignet ist.					
Inhalte					

Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Im ersten Teil der Vorlesung werden Verfahren vorgestellt, die auf der Wechselwirkung von Elektronensonden mit den zu untersuchenden Nanostrukturen und Bauelementen basiert. Der zweite Teil behandelt als Beispiele für mechanische Sonden die Raster-Tunnel- und die Raster-Kraft-Mikroskopie.

Die Vorlesung ist folgendermaßen gegliedert:

- Elektronenmikroskope: Aufbau und Funktion, Wechselwirkungsprodukte
- Analyse von Topographie, Struktur und Zusammensetzung über Rasterelektronenmikroskopie (Sekundärelektronen, Rückgestreute Elektronen), Rastertransmissionselektronenmikroskopie (Hellfeld, Dunkelfeld, Z-Kontrast)
- Chemische Analyse von Oberflächen und Nanostrukturen im Elektronenmikroskop (Auger-Spektroskopie, EELS, Elektronenstrahlmikroanalyse)
- Charakterisierung von Kristallgittern und Oberflächen (RHEED, LEED, CBED)
- Analyse optischer Eigenschaften mit Kathodolumineszenz
- Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskope: Aufbau, Funktion, Messtechniken
- Rastersondentechnik in der Analyse nanostrukturierter Bauelemente zur Bestimmung von Strömen, Spannungen, Kennlinien, elektronischen Eigenschaften

Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&E-Fragestellungen diskutiert.

#### Studien-/Prüfungsleistung

Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten

#### Literatur

- 1) M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994
- 2) L. Reimer, G. Pfefferkorn: Elektronenmikroskopie, Springer Verlag Berlin, 1999
- 3) S. Maganov, M.-H. Whangbo, Surface Analysis with STM and AFM, VCH Verlagsgesellschaften, 1996
- 4) M. Ohtsu, H. Hori, Near-field nano-optics, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999
- 5) Skript zur Vorlesung

#### Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.uni-due.de/wet/>

Modulname				Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung				b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Nanocharakterisierung 2</b>				<b>NAC2</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell			Werkstoffe der Elektrotechnik		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus		Sprache	Voraussetzungen	
4	SS		Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
3	45 h	45 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung + Übung					
Lernziele					
Den Studierenden sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Photonen mit Materie sowie wesentliche optische Eigenschaften von Halbleitern/Nanostrukturen vertraut. Sie können entscheiden, welche Verfahren zur Analyse spezifischer struktureller und optischer Eigenschaften der Nanostrukturen geeignet sind. Sie kennen die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden.					
Inhalte					
Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Die Vorlesung knüpft an die Vorlesung „Nanoanalytik I“ an und behandelt Charakterisierungsverfahren, die auf der Wechselwirkung von Photonen mit der Materie beruhen.					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturelle Analyse von Nanostrukturen (Röntgenbeugung)</li> <li>• Topographieanalyse mit Scanning Optical Microscopy</li> <li>• Chemische Analyse von Nanostrukturen und Oberflächen (XPS, RFA)</li> <li>• Optische Eigenschaften von Nanostrukturen/Halbleitern und ihre Analyse mit optischer (Laser-)Spektroskopie/SNOM</li> <li>• Optische Analyse von Nanostrukturen/Quantenobjekten mit zeitlich/räumlich hochaufgelösten spektroskopischen Verfahren</li> </ul>					
Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&E-Fragestellungen diskutiert.					



Studien-/Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten.
Literatur
1) M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994 2) Bauer/Richter (eds.): Optical Characterization of Epitaxial Semiconductor Layers, Springer Verlag Berlin, 1996 3) W. Demtröder: Laserspektroskopie, Springer Verlag Berlin, 2004 4) Skript zur Vorlesung
Weitere Informationen zur Veranstaltung
<a href="http://www.uni-due.de/wet/">http://www.uni-due.de/wet/</a>

Modulname				Modulkürzel	
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung				b-nca PHYSIK-B3-E25 (Physik)	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Praktikum Nanocharakterisierung</b>				<b>NCAP</b>	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell			Werkstoffe der Elektrotechnik		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
4	SS	Deutsch			
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	30 h	60 h	2	
Lehrform					
Praktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte, in den zugehörigen Vorlesungen besprochene, nanoanalytischen Messverfahren anwenden.					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Raster-Elektronenmikroskopie in der Werkstoffcharakterisierung</li> <li>• Anwendung der Raster-Transmissionselektronen-Mikroskopie in der Charakterisierung von Nanostrukturen</li> <li>• Anwendung der Raster-Kraft-Mikroskopie zur elektrischen Charakterisierung von mikroelektronischen und optoelektronischen Bauelementen</li> <li>• Anwendung der Raster-Kraft-Mikroskopie zur magnetischen Charakterisierung von Werkstoffen und mikroelektronischen Bauelementen</li> <li>• Einsatz der Laserstrahlmesstechnik zur Charakterisierung innovativer Materialien und Bauelemente</li> </ul>					
Studien-/Prüfungsleistung					
Antestat und schriftliches Versuchsprotokoll					
Literatur					
1) M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994 2) L. Reimer, G. Pfefferkorn: Elektronenmikroskopie, Springer Verlag Berlin, 1999 3) S. Maganov, M.-H. Whangbo, Surface Analysis with STM and AFM, VCH Verlagsgesellschaften, 1996 4) M. Ohtsu, H. Hori, Near-field nano-optics, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999 5) Skript zur Vorlesung					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
<a href="http://www.uni-due.de/wet/">http://www.uni-due.de/wet/</a>					

E3: Studium liberale

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>E3: Studium liberale</b>		<b>PHYSIK-Bx-E3x</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten Universität Duisburg-Essen		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1/2		Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
	Lehrveranstaltungen aus dem Lehrangebot der Universität Duisburg-Essen		270	9
<b>Summe</b>			<b>270</b>	<b>9</b>

## Lernziele des Moduls

Erweiterung der Allgemeinbildung

## Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Nachweis einer Studienleistung

Kompetenzbereich

**NATURWISSENSCHAFTLICHE METHODEN**

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften</b>		<b>PHYSIK-B1-MN1</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Brückenkurs Mathematik / Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Grundlagen mathematischer Modellierung	4	120	4
II	Grundlagen der Datenverarbeitung	4	120	4
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>8</b>	<b>240</b>	<b>8</b>
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden sind in der Lage physikalische Sachverhalte mathematisch zu beschreiben, sie können physikalische Probleme mit analytischen Methoden lösen. Die Studierenden sind fähig, Rechner zur Lösung physikalischer Aufgaben einzusetzen. Sie kennen numerische Techniken und können diese in Programmieraufgaben umsetzen.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Prüfungen der Einzelveranstaltungen / Kumulativ aus Noten der Einzelveranstaltungen				

Modulname				Modulkürzel	
Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften				PHYSIK-B1-MN1	
<b>Veranstaltungsname</b>				Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen mathematischer Modellierung</b>				<b>EinfTheo</b>	
Lehrende			Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Theoretischen Physik			Physik	Physik	
Semester	Turnus		Sprache	Voraussetzungen	
1	WS		Deutsch	Brückenkurs Mathematik / Physik	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
4	60 h	60 h	120 h	4	
Lehrform					
Vorlesung + Übungen					
Lernziele					
Die Studierenden sind in der Lage physikalische Sachverhalte mathematisch zu beschreiben, sie können physikalische Probleme mit analytischen Methoden lösen.					
Inhalte					
Physikalische Größen und Dimensionsanalyse, Differenzieren, Taylorentwicklung, Integrieren, Bewegungsgleichungen, komplexe Zahlen, harmonischer Oszillator (gedämpft, getrieben), Vektoren, lineare Funktionen von Vektoren (Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Spatprodukt, Matrizen, Determinanten, Drehungen, Spiegelungen, Ableitungen von Vektoren), lineare Gleichungssysteme und Eigenwertprobleme, lineare Stabilitätsanalyse, Felder (Skalarfelder, partielle Ableitung, Vektorfelder, Feldlinien, Transformationsverhalten), Wegintegrale (Parametrisierung von Raumkurven, Bogenlänge, Tangentenvektor, Wirbel), Flächenintegrale (Parametrisierung von Flächen, Quellen und Senken), Volumenintegrale (Kugel-/Zylinderkoordinaten), Richtungsableitung (Gradient, vollständiges Differential, Nabla-Operator, Wirbelfreiheit von Potentialfeldern), Wirbeldichte (Satz von Stokes), Quellendichte (Satz von Gauss) .					
Studien-/Prüfungsleistung					
50 % der Übungspunkte und Klausur am Semesterende					
Literatur					
Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 1 Grossmann: Mathematischer Einführungskurs für die Physik					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname			Modulkürzel	
Methodische Grundlagen der Naturwissenschaften			PHYSIK-B1-MN1	
<b>Veranstaltungsname</b>			Veranstaltungskürzel	
<b>Grundlagen der Datenverarbeitung</b>			<b>ComPhys0</b>	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik		Physik	Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch	Brückenkurs Mathematik / Physik	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4	60 h	60 h	120 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Rechnerpraktikum				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage, Rechner zur Lösung physikalischer Aufgaben einzusetzen. Sie kennen numerische Techniken und können diese in Programme umsetzen und auf physikalische Fragestellungen anwenden.				
Inhalte				
Hardware- und Software-Voraussetzungen der Datenverarbeitung (Rechnertypen und Funktionsweise, Netzwerke, Betriebssystem), Einführung in die Programmiersprachen C und MAPLE, Zahlendarstellung und Rundungsfehler, numerische Differentiation und Integration, Nullstellen- und Extremwertsuche, numerische Lösung von Bewegungsgleichungen, Datenanalyse, elementare Statistik, Fehlerfortpflanzung.				
Studien-/Prüfungsleistung				
50 % der Übungspunkte				
Literatur				
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				



<b>Modulname</b>		<b>Modulkürzel</b>	
<b>Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften I</b>		<b>PHYSIK-B5-MN2</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B1-MN1	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Computersimulation	5	120	4
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>5</b>	<b>120</b>	<b>4</b>

Lernziele des Moduls

Siehe Veranstaltung Computersimulation

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Siehe Veranstaltung Computersimulation

Modulname		Modulkürzel
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften I		PHYSIK-B5-MN2
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Computersimulation</b>		<b>ComPhys1</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-MN1

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
5 (2V+3RP)	75 h	45 h	120 h	4

Lehrform
Vorlesung + Rechnerpraktikum (RP)
Lernziele
Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten Methoden zur Simulation klassischer Vielteilchensysteme und Grundbegriffe der Statistischen Physik und können sie korrekt anwenden.
Inhalte
Molekulardynamik-Simulationen: Integrationsalgorithmen, Einstellung von Temperatur und Druck, Korrelationsfunktionen. Monte-Carlo-Simulationen: Zufallszahlengeneratoren, kinetische MC-Simulation, Fraktale, Finite-Size-Scaling, Isingmodell, Metropolis-Algorithmus, Parallelisierung.
Studien-/Prüfungsleistung
50 % der Punkte im Rechnerpraktikum
Literatur
D. P. Landau, K. Binder: A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids W. H. Press, et al: Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing R. Sedgewick: Algorithmen in C K. H. Hoffmann, M. Schreiber: Computational Physics
Weitere Informationen zur Veranstaltung

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften II</b>		<b>PHYSIK-B5-MN3</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Experimentellen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B2-PR2	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Moderne Messmethoden der Physik	5	120	4
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>		<b>5</b>	<b>120</b>	<b>4</b>

## Lernziele des Moduls

Siehe Veranstaltung „Moderne Messmethoden der Physik“

## Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Siehe Veranstaltung „Moderne Messmethoden der Physik“

Modulname		Modulkürzel
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften I		PHYSIK-B5-MN3
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Moderne Messmethoden der Physik</b>		<b>Modmess1</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Experimentellen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
5	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B2-PR2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
5 (3V+2PR)	75 h	45 h	120 h	4

Lehrform
Vorlesung + Laborführungen
Lernziele
Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Charakterisierung physikalischer Phänomene und können sie korrekt anwenden.
Inhalte
Optische, magnetische und elektronische Spektroskopie mit Neutronen, Elektronen, Photonen und Atomen auf verschiedenen Energieskalen, Röntgenstrukturaufklärung, Chemische Analyse, Elektronenmikroskopie, Magnetometrie.
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Beteiligung, Übungsaufgaben bearbeitet
Literatur
Wird jeweils durch Aushang bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die Studierenden erhalten einen Einblick in die aktuellen Forschungsthemen und Experimentiermöglichkeiten des Fachbereichs.

Kompetenzbereich  
**BACHELOR-ARBEIT**

<b>Modulname</b>		Modulkürzel	
<b>Bachelor-Abschlussarbeit</b>		<b>PHYSIK-B6-BA</b>	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
3	10 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
Mindestens 140 ECTS-Credits im Bachelor-Studiengang Physik (§16 Abs.2 PO)		Englischkenntnisse	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Bachelor-Arbeit		360	12
II				
III				
IV				
<b>Summe</b>			<b>360</b>	<b>12</b>

Lernziele des Moduls

Die Studierenden sind in der Lage eine physikalische Problemstellung nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie sind fähig ein Projekt zu managen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammenzufassen. Sie können die wesentlichen Erkenntnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Bachelor-Arbeit

Modulname		Modulkürzel
Bachelor-Abschlussarbeit		PHYSIK-B6-BA
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungskürzel
<b>Bachelor-Arbeit</b>		<b>Bach</b>
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
6	SS	Deutsch	Mindestens 140 ECTS-Credits im Bachelor-Studiengang Physik (§16 Abs.2 PO), Englischkenntnisse

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
			360 h	12

<b>Lehrform</b>
Die Bachelor-Abschlussarbeit ist eine Prüfungsarbeit, bei der die Studierenden innerhalb einer vorgegebenen Frist von 10 Wochen ein Problem selbstständig unter Anleitung mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten. Dokumentation und Präsentation (deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich, folgerichtig und kompetent darzustellen (§16 Abs.1 PO).
<b>Lernziele</b>
Die Studierenden sind in der Lage eine physikalische Problemstellung mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie sind fähig ein Projekt zu managen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammenzufassen. Sie können die wesentlichen Erkenntnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.
<b>Inhalte</b>
Je nach Ausrichtung der Arbeit.
<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>
Das Modul besteht aus der Bachelor-Abschlussarbeit, die von zwei Prüferinnen oder Prüfern bewertet wird (§16 Abs.7 PO).
<b>Literatur</b>
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

Die Bachelor-Arbeit wird von einer Hochschullehrerin oder einem Hochschullehrer oder einem Privatdozenten oder einer Privatdozentin betreut (§16 Abs.5 PO).