

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

15. September 2014

<b>Einleitung/Studienplan</b> .....	<b>3</b>
<b>Kompetenzbereich Experimentelle Physik</b> .....	<b>7</b>
<i>Experimentalphysik 1</i> .....	<b>8</b>
<i>Experimentalphysik 2</i> .....	<b>12</b>
<i>Experimentalphysik 3</i> .....	<b>17</b>
<i>Experimentalphysik 4</i> .....	<b>21</b>
<i>Experimentalphysik 5</i> .....	<b>25</b>
<i>Praktikum für Fortgeschrittene</i> .....	<b>30</b>
<b>Kompetenzbereich Methodische Grundlagen</b> .....	<b>33</b>
<i>Mathematik für Physiker 1</i> .....	<b>34</b>
<i>Mathematik für Physiker 2</i> .....	<b>36</b>
<i>Mathematik für Physiker 3</i> .....	<b>38</b>
<i>Mathematik für Physiker 4</i> .....	<b>40</b>
<i>Physikalische Vertiefung</i> .....	<b>42</b>
<b>Kompetenzbereich Theoretische Physik</b> .....	<b>52</b>
<i>Theoretische Physik 1</i> .....	<b>53</b>
<i>Theoretische Physik 2</i> .....	<b>56</b>
<i>Theoretische Physik 3</i> .....	<b>61</b>
<i>Theoretische Physik 4</i> .....	<b>64</b>
<i>Theoretische Physik 5</i> .....	<b>68</b>
<b>Kompetenzbereich Ergänzung</b> .....	<b>70</b>
<i>Schlüsselqualifikationen - E1</i> .....	<b>71</b>
<i>Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie</i> .....	<b>75</b>
<i>Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik</i> .....	<b>80</b>
<i>Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik</i> .....	<b>88</b>
<i>Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften</i> .....	<b>105</b>
<i>Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik</i> .....	<b>107</b>
<i>Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung</i> .....	<b>112</b>
<i>Studium Liberale - E3</i> .....	<b>117</b>
<b>Bachelor-Arbeit</b> .....	<b>118</b>
<i>Bachelor-Arbeit</i> .....	<b>119</b>
<b>Legende</b> .....	<b>121</b>
<b>Studienplan: Module und Veranstaltungen</b> .....	<b>122</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. Die Fakultät bietet überdies im dritten Studienjahr zahlreiche Möglichkeiten, als studentische Hilfskraft berufsrelevante Erfahrungen bzw. Einblicke in aktuelle Forschungsgebiete zu gewinnen.

### **Studienziele:**

Die Absolventen des Bachelor-Programms verfügen mit ihren Kenntnissen und Fähigkeiten über eine Qualifizierung auf solider naturwissenschaftlich-mathematischer Grundlage, über die in der Berufsausübung benötigten Schlüsselqualifikationen und über eine hohe Flexibilität als Basis für die weitere Qualifizierung und Spezialisierung; sie sind prinzipiell zur Aufnahme eines entsprechenden Masterstudiums geeignet. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Sie haben ein solides physikalisches Wissen erworben, das sie zu einem prinzipiellen physikalischen Problemverständnis befähigt. In der Regel wird dies allerdings noch kein tiefer gehendes Verständnis aktueller Forschungsgebiete ermöglichen.
- Sie verfügen über fundierte Kenntnisse in den physikalischen Kernfächern (Klassische Physik mit Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Optik sowie Grundlagen der Quanten-, Atom- und Molekül-, Kern- und Elementarteilchen- und Festkörperphysik) einschließlich der zugehörigen mathematischen Methoden. Sie haben in der Regel auch überblicksmäßige Kenntnisse in ausgewählten anderen naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen erworben.
- Sie haben ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen angewandt und teilweise vertieft und haben damit einen Grundstein für eine Problemlösungskompetenz erworben.
- Sie haben grundlegende Prinzipien der Physik, deren inneren Zusammenhang und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden und sich darauf aufbauende Methoden angeeignet, die zur theoretischen Analyse, Modellierung und Simulation einschlägiger Prozesse geeignet sind.
- Sie kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen.
- Sie sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können moderne physikalische Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.
- Sie sind somit in der Lage, physikalische und teilweise auch fachübergreifende Probleme, die zielorientiertes und logisch fundiertes Herangehen erfordern, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbständig einzuordnen und durch Einsatz naturwissenschaftlicher und mathematischer Methoden zu analysieren bzw. zu lösen.
- Sie sind befähigt, ihr Wissen auf unterschiedlichen Gebieten einzusetzen und in ihrer beruflichen Tätigkeit verantwortlich zu handeln. Dabei können sie auch neue Tendenzen auf ihrem Fachgebiet erkennen und deren Methodik – gegebenenfalls nach entsprechender Qualifizierung - in ihre weitere Arbeit einbeziehen.
- Sie können das im Bachelorstudium erworbene Wissen ständig eigenverantwortlich ergänzen und vertiefen; sie sind mit entsprechenden Lernstrategien vertraut (lebenslanges Lernen) und prinzipiell zu einem weiterführenden Masterstudium befähigt.
- Sie haben in ihrem Studium Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z. B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Kooperationsbereitschaft, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis) erhalten und sind befähigt, diese Fähigkeiten weiter auszubauen.
- Sie haben Kommunikationstechniken erlernt und sind mit Grundelementen der englischen Fachsprache vertraut.

# Modulhandbuch BA Physik

- Sie sind dazu befähigt, eine geeignete wissenschaftliche Aufgabenstellung zu lösen und ihre Ergebnisse im mündlichen Vortrag und schriftlich (demonstriert in der Bachelor-Arbeit) zu präsentieren.

## Studienplan:

Das *Bachelor-Programm Physik* (Bachelor of Science in Physik (B.Sc.)) gliedert sich in vier *Kompetenzbereiche*. Während die Kompetenzbereiche Experimentelle Physik, Methodische Grundlagen und Theoretische Physik *Module* (siehe weiter unten) beinhalten, die für alle Studierenden *verpflichtend* sind, können die Studierenden im Ergänzungsbereich 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.

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 Zeit-stunden, die für Lehrveranstaltungen an der Universität Duisburg-Essen und für die Nach-arbeit 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 Physik umfasst 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.

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 *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 12-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.

# Modulhandbuch BA Physik

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. Details zur jeweils geforderten Prüfungsleistung sowie zu etwaigen als "Prüfungsvorleistung" geforderten Studienleistungen findet man in der jeweiligen Modulbeschreibung sowie in der Beschreibung der einzelnen zu einem Modul gehörenden Lehrveranstaltungen. In einigen Fällen enthält die Beschreibung der Prüfungsmodalitäten mehrere Alternativen zur Prüfungsform (z. B. schriftliche oder mündliche Prüfung), Prüfungsdauer (z.B. 45 - 60 Minuten) oder zu den Kriterien zur Erfüllung einer Prüfungsvorleistung (z.B. erfolgreiche Teilnahme an den Übungen). In diesen Fällen werden die Prüfungsmodalitäten vom jeweiligen Dozenten zu Beginn der Veranstaltung (z. B. in der ersten Vorlesungsstunde) zusammen mit den jeweiligen Prüfungsterminen für alle Teilnehmer verbindlich festgelegt. 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.

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

Semester	Experimentelle Physik		Methodische Grundlagen		Theoretische Physik		Ergänzungsbereich		Cr
	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	
1	Experimentalphysik 1	9	Mathematik für Physiker 1	9	Theoretische Physik 1	8	Schlüsselqualifikationen - E1	2	60
2	Experimentalphysik 2	9	Mathematik für Physiker 2	9	Theoretische Physik 2	9		2	
3	Experimentalphysik 3	9	Mathematik für Physiker 3	9	Theoretische Physik 3	10	Allgemeinbildende Grundlagen (6-12 Cr)	2	60
4	Experimentalphysik 4	9	Mathematik für Physiker 4	9	Theoretische Physik 4	10		2	
5	Experimentalphysik 5	9	Physikalische Vertiefung	4	Theoretische Physik 5	9	Studium Liberales - E3 (6-12 Cr)	5	60
	Praktikum für Fortgeschrittene	3						5	
6		9		2				5	
	Bachelor-Arbeit					12	Schlüsselqualifikationen - E1	2	
		57		42		58		23	180

Für Studierende, die den mit dem "normalen" Studienplan verbundenen Zeitaufwand nicht leisten können oder wollen, bietet die Fakultät für Physik ein Teilzeitstudium an, bei dem dieselben Lehrveranstaltungen wie im regulären Bachelorstudiengang auf eine Regelstudienzeit von 9 anstelle 6 Semestern verteilt werden. Als Beispiel für die zeitliche Einteilung im Teilzeitstudium dient der folgende Studienplan

# Modulhandbuch BA Physik

Semester	Experimentelle Physik		Methodische Grundlagen		Theoretische Physik		Ergänzungsbereich		Σ Cr	
	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr		
1	Experimentalphysik 1	9	Mathematik für Physiker 1	9			Schlüsselqualifikationen - E1	2	40	
2	Experimentalphysik 2	9	Mathematik für Physiker 2	9			Allgemeinbildende Grundlagen (6-12 Cr) Studium Liberale - E3 (6-12 Cr)	2		
3			Mathematik für Physiker 3	9	Theoretische Physik 1	8		3	40	
4			Mathematik für Physiker 4	9	Theoretische Physik 2	9		2		
5	Experimentalphysik 3	9			Theoretische Physik 3	10		1	40	
6	Experimentalphysik 4	9			Theoretische Physik 4	10		1		
7	Experimentalphysik 5	9			Theoretische Physik 5	9		2	40	
8	Praktikum für Fortgeschrittene	10	Physikalische Vertiefung	4				6		
9		2		2				Schlüsselqualifikationen - E1	4	20
	Bachelor-Arbeit							12		
		57		42		58			23	180

Die Fakultät für Physik 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 der Fakultät zu schauen.

# **Kompetenzbereich Experimentelle Physik**

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname	Modulcode
<b>Experimentalphysik 1</b>	PHYSIK-B1-EP1
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	Vorkurs Mathematik / Physik

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Grundlagen der Physik 1 (Mechanik, Strömungslehre)	P	6	180 h	6
II	Grundlagenpraktikum 1	P	3	90 h	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			9	180 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der klassischen Mechanik weitgehend verstanden. Sie können ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich anwenden und haben damit einen Grundstein für Problemlösungskompetenz erworben. Sie können die Konzepte anhand eigener, in Kleingruppen durchgeführter Experimente nachvollziehen und haben dabei auch Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z.B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden, Teamfähigkeit, Kommunikation und Kooperationsbereitschaft) erhalten.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken, Teamfähigkeit, Kooperationsbereitschaft.

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I (benotet, Klausurnote ist die Modulnote), 6 Versuchstestate in II (unbenotet)..
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B1-EP1</b> und <b>PHYSIK-B2-EP2</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.



Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 1		PHYSIK-B1-EP1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Physik 1 (Mechanik, Strömungslehre)</b>		PHYSIK-B1-EP1-V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	90 h	180 h	6 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können grundlegende Konzepte der klassischen Mechanik und der Strömungslehre nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen.
Inhalte
<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>Massenpunktsysteme</b> Newtonsche Bewegungsgleichung, Erhaltungssätze, Wechselwirkungen mit kurzer Reichweite, Stoßgesetze</p>

## **Starrer Körper**

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

## **Mechanische Schwingungen**

Harmonische Schwingungen, gedämpfte harmonische Schwingungen, erzwungene harmonische Schwingungen, Resonanz, Überlagerung harmonischer Schwingungen, gekoppelte harmonische Schwingungen, Molekülschwingungen als Beispiel anharmonischer Schwingungen

## **Reale feste und flüssige Körper**

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

## Prüfungsleistung

Klausur (Dauer: 120 Minuten) (benotet)

## Literatur

- Paul A. Tipler: Physik
- R.A. Serway: Physics
- Alonso, Finn: Physik
- R.P. Feynmann, R.B. Leighton, and M. Sands; The Feynmann Lectures on Physics
- Gerthsen, Kneser, Vogel: Physik,
- Demtröder, Experimentalphysik I
- Scobel, Lindström, Langkau: Physik kompakt 1
- Simonyi: Kulturgeschichte der Physik
- Cushing: Philosophical Concepts in Physics

## Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 1		PHYSIK-B1-EP1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagenpraktikum 1</b>		PHYSIK-B1-EP1-P	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Farle, Meckenstock		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	15 Gruppen mit je 2 Studierenden

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	45 h	90 h	3 Cr

<b>Lehrform</b>
Pr
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können moderne naturwissenschaftliche Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.
<b>Inhalte</b>
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Mechanik und Strömungslehre. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben und bei der Gruppeneinteilung zu Anfang des Praktikums festgelegt.
<b>Prüfungsleistung</b>
Das (unbenotete) Testat für einen Versuch wird aufgrund folgender Studienleistungen erteilt: 1. schriftliche Vorbereitung, 2. Mündliche Eingangsbefragung (Antestat), 3. erfolgreiche Versuchsdurchführung, 4. Anfertigung eines schriftlichen, testierten Versuchsprotokolls. Voraussetzung für die Versuchsdurchführung ist der Nachweis ausreichender Vorbereitung im Antestat. Es werden insgesamt 6 Versuchstestate gefordert.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Walcher: „Praktikum der Physik“</li> <li>• Eichler, Kronfeld, Sahm: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“</li> <li>• Bergmann-Schäfer: „Experimentalphysik“</li> </ul>
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

## Modulhandbuch BA Physik

Das Praktikum findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt.<sup>1</sup> Weitere Informationen werden durch Aushang bekannt gegeben. Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung.

Modulname	Modulcode
<b>Experimentalphysik 2</b>	PHYSIK-B2-EP2
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	PHYSIK-B1-GP1

### Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Grundlagen der Physik 2 (Wärmelehre, Elektrodynamik)	P	6	180 h	6
II	Grundlagenpraktikum 2	P	3	90 h	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			9	270 h	9

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Wärmelehre und der klassischen Elektrodynamik weitgehend verstanden. Sie können ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich anwenden und haben damit einen Grundstein für Problemlösungskompetenz erworben. Sie können die Konzepte anhand eigener, in Kleingruppen durchgeführter Experimente nachvollziehen und haben dabei auch Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z.B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden, Teamfähigkeit, Kommunikation und Kooperationsbereitschaft) erhalten.

#### davon Schlüsselqualifikationen

Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken, Teamfähigkeit, Kooperationsbereitschaft.

### Prüfungsleistungen im Modul

<sup>1</sup> Studierende mit Ergänzungsfach Chemie können das Praktikum aufgrund des Überlapps mit dem Chemiepraktikum alternativ in der Vorlesungszeit des 2. Fachsemesters (gemeinsam mit Energy Science) belegen.

## Modulhandbuch BA Physik

Klausur in I (benotet, Klausurnote ist die Modulnote), 6 Versuchstestate in II (unbenotet)..

Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Die bessere der Noten für die Module **PHYSIK-B1-EP1** und **PHYSIK-B2-EP2** geht mit dem Gewicht **18 Cr** in die Gesamtnote ein.

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 2		PHYSIK-B2-EP2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Physik 2 (Wärmelehre, Elektrodynamik)</b>		PHYSIK-B2-EP2- V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	90 h	180 h	6 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbständig lösen.
Inhalte
<p><b>Wärmelehre</b>  Vorbemerkungen und Begriffserläuterungen, Stoffmenge und Teilchenzahl, Temperatur und Thermometer, Temperaturskalen, thermische Ausdehnung fester und flüssiger Körper und 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>

## **Elektrizitätslehre**

### ***Elektrostatik***

Elektrische Ladung, Coulomb Gesetz, elektrisches Feld, Elementarladung, Feldstärke und Potential Leiter im elektrischen Feld, elektrischer Fluss, Dielektrika

### ***Elektrischer Strom***

Ladungstransport und Ohm'sches Gesetz, mikroskopische Deutung, Temperaturabhängigkeit, Joulesche Wärme, Kontinuitätsgleichung, Kirchhoffsche Regeln, Auf- und Entladung von Kondensatoren, Messen von Strömen

### ***Statische Magnetfelder***

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

### ***Zeitlich veränderliche Felder***

Faraday'sches 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

## Prüfungsleistung

Klausur (Dauer: 120 Minuten) (benotet)

## Literatur

Siehe Literatur zu Experimentalphysik I und Folgebände

- Bergmann-Schäfer "Experimentalphysik"

## Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 2		PHYSIK-B2-EP2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagenpraktikum 2</b>		PHYSIK-B2-EP2-P	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Farle, Meckenstock		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	15 Gruppen je 2

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	45 h	90 h	3 Cr

Lehrform
Pr
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können moderne naturwissenschaftliche Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.
Inhalte
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Wärmelehre, Elektro- und Magnetostatik, Elektrodynamik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben und bei der Gruppeneinteilung zu Anfang des Praktikums festgelegt.
Prüfungsleistung
Das (unbenotete) Testat für einen Versuch wird aufgrund folgender Studienleistungen erteilt: 1. schriftliche Vorbereitung, 2. Mündliche Eingangsbefragung (Antestat), 3. erfolgreiche Versuchsdurchführung, 4. Anfertigung eines schriftlichen, testierten Versuchsprotokolls. Voraussetzung für die Versuchsdurchführung ist der Nachweis ausreichender Vorbereitung im Antestat. Es werden insgesamt 6 Versuchstestate gefordert.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Walcher: „Praktikum der Physik“</li> <li>• Eichler, Kronfeld, Sahn: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“</li> <li>• Bergmann-Schäfer: „Experimentalphysik“</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Das Praktikum findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt. Weitere Informationen werden durch Aushang bekannt gegeben. Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung.



Modulname	Modulcode
<b>Experimentalphysik 3</b>	PHYSIK-B3-EP3
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	PHYSIK-B2-EP2

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Grundlagen der Physik 3 (El.-magn. Wellen, Optik, Lichtquanten, Materiewellen)	P	6	180 h	6
II	Grundlagenpraktikum 3	P	3	90 h	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			9	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Physik der Licht- und Materiewellen und der Optik weitgehend verstanden. Sie können ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich anwenden und haben damit einen Grundstein für Problemlösungskompetenz erworben. Sie können die Konzepte anhand eigener, in Kleingruppen durchgeführter Experimente nachvollziehen und haben dabei auch Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z.B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden, Teamfähigkeit, Kommunikation und Kooperationsbereitschaft) erhalten.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken.

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I (benotet, Note ist die Modulnote), 6 Versuchstestate in II (unbenotet);
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B3-EP3</b> und <b>PHYSIK-B4-EP4</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 3		PHYSIK-B3-EP3	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Physik 3 (El.-magn. Wellen, Optik, Lichtwellen, Materiewellen)</b>		PHYSIK-B3-EP3-V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Experimentalphysik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	90 h	180 h	6 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können grundlegende Konzepte elektromagnetischer Wellen, der Optik, Lichtwellen und Materiewellen nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen.
Inhalte
<p><b>Harmonische Wellen im Raum</b></p> <p>Grundlagen und Definition, das Huygensches'sche Prinzip der Wellenausbreitung, Reflexion und Brechung, Beugung am Spalt, Beugung an einer Kreisblende, Interferenz: Überlagerung zweier Kugelwellen, mehrere ebener Wellen, Beugung am Gitter, Babinetsches Theorem, Beugung und Fourier-Transformation, Wellenausbreitung in dispersiven Medien.</p> <p><b>Elektromagnetische Wellen</b></p> <p>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, Doppler-Effekt und Aberration bei elektromagnetischen Wellen, Entstehung elektromagnetischer Wellen</p> <p><b>Optik</b></p> <p>Geometrische Optik, Interferenzerscheinungen, Einfluss der Beugung auf das Auflösungsvermögen abbildender optischer Instrumente, Polarisierungserscheinungen</p> <p><b>Quantennatur elektromagnetischer Strahlung</b></p> <p>Strahlung des Schwarzen Körper, spezifische Wärme fester Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie: Fotoeffekt, Compton-Effekt, Paareffekt, Photon</p> <p><b>Wellennatur der Teilchenstrahlung</b></p> <p>Hypothese von de Broglie, Experimente zum Nachweis von Materiewellen, Darstellung von Materiewellen, Wellenpakete</p>

## Modulhandbuch BA Physik

Prüfungsleistung
Klausur (Dauer: 120 Minuten) (benotet)
Literatur
Siehe Literatur zu PHYSIK-B1-EP1 und Folgebände.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 3		PHYSIK-B3-EP3	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagenpraktikum 3</b>		PHYSIK-B3-EP3-P	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Farle, Meckenstock		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch	15 Gruppen je 2

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	45 h	90 h	3 Cr

Lehrform
Pr
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können moderne naturwissenschaftliche Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.
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 und bei der Gruppeneinteilung zu Anfang des Praktikums festgelegt.
Prüfungsleistung
Das (unbenotete) Testat für einen Versuch wird aufgrund folgender Studienleistungen erteilt: 1. schriftliche Vorbereitung, 2. Mündliche Eingangsbefragung (Antestat), 3. erfolgreiche Versuchsdurchführung, 4. Anfertigung eines schriftlichen, testierten Versuchsprotokolls. Voraussetzung für die Versuchsdurchführung ist der Nachweis ausreichender Vorbereitung im Antestat. Es werden insgesamt 6 Versuchstestate gefordert..
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Walcher: „Praktikum der Physik“</li> <li>• Eichler, Kronfeld, Sahn: „Das neue Physikalische Grund-praktikum“</li> <li>• Bergmann-Schäfer: „Experimentalphysik“</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Das Praktikum findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt. Weitere Informationen werden durch Aushang bekannt gegeben. Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung..

Modulname	Modulcode
<b>Experimentalphysik 4</b>	PHYSIK-B4-EP4
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
4	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	PHYSIK-B3-EP3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Grundlagen der Physik 4 (Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene)	P	6	180 h	6
II	Grundlagenpraktikum 4	P	3	90 h	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			9	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Quanten-, Atom- und Molekülphysik weitgehend verstanden. Sie können ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich anwenden und haben damit einen Grundstein für Problemlösungskompetenz erworben. Sie können die Konzepte anhand eigener, in Kleingruppen durchgeführter Experimente nachvollziehen und haben dabei auch Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z.B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden, Teamfähigkeit, Kommunikation und Kooperationsbereitschaft) erhalten.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken.

Prüfungsleistungen im Modul
Mündliche Prüfung in I (benotet, Note ist die Modulnote); 6 Versuchstestate in II (unbenotet);
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK -B3-EP3</b> und <b>PHYSIK -B4-EP4</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 4		PHYSIK-B4-EP4	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Physik 4 (Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene)</b>		PHYSIK-B4-EP4-V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	90 h	180 h	6 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Atom- und Molekülphysik, sowie der Quantenphänomene nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen.
Inhalte
<p><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</p> <p><b>Atomspektren und Atommodelle</b>            Atomare Linienspektren, ältere Atommodelle (Historischer Rückblick), Bohrsches Atommodell, Thomas-Fermi-Modell.</p> <p><b>Welle-Teilchen-Dualismus und Unschärferelation</b>            Welle-Teilchen-Dualismus, Unschärferelation, Beispiel zur Energie-Zeit-Unschärfe.</p> <p><b>Heisenbergsche Unschärferelation und Ehrenfest-Theorem als Konsequenz der Axiome</b>            Heisenbergsche Unschärferelation, Ehrenfest-Theorem.</p> <p><b>Wellenfunktion</b>            Wiederholung und Zusammenfassung, Erläuterung des Begriffs Wahrscheinlichkeit, Wellenfunktion zur Beschreibung eines quantenmechanischen Zustandes, allgemeiner Fall.</p>

## **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 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)

Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung (Dauer: 45 Minuten) (benotet)

Literatur

Siehe Literatur zu PHYSIK-B1-EP1 und Folgebände.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 4		PHYSIK-B4-EP4	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagenpraktikum 4</b>		PHYSIK-B4-EP4-P	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Farle, Meckenstock		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	15 Gruppen je 2

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	45 h	90 h	3 Cr

<b>Lehrform</b>
Pr
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können physikalische Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.
<b>Inhalte</b>
Durchführung, Auswertung und Protokollierung von 6 Experimenten aus dem Bereich der Quantenphänomene sowie Atom- und Festkörperphysik. Die möglichen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben und bei der Gruppeneinteilung zu Anfang des Praktikums festgelegt.
<b>Prüfungsleistung</b>
Das (unbenotete) Testat für einen Versuch wird aufgrund folgender Studienleistungen erteilt: 1. schriftliche Vorbereitung, 2. Mündliche Eingangsbefragung (Antestat), 3. erfolgreiche Versuchsdurchführung, 4. Anfertigung eines schriftlichen, testierten Versuchsprotokolls. Voraussetzung für die Versuchsdurchführung ist der Nachweis ausreichender Vorbereitung im Antestat. Es werden insgesamt 6 Versuchstestate gefordert..
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Walcher: „Praktikum der Physik“</li> <li>• Eichler, Kronfeld, Sahn: „Das neue Physikalische Grund-praktikum“</li> <li>• Bergmann-Schäfer: „Experimentalphysik“</li> </ul>
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>
Das Praktikum findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt. Weitere Informationen werden durch Aushang bekannt gegeben. Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung..



## Modulhandbuch BA Physik

Modulname	Modulcode
<b>Experimentalphysik 5</b>	PHYSIK-B5-EP5
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
5	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
	PHYSIK-B3-EP3

### Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Einführung in die Festkörperphysik	P	6	180 h	6
II	Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik	P	3	90 h	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			9	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der Physik anhand experimenteller Beispiele einzuordnen, physikalische Begriffsbildung, Argumentation und Sprache korrekt zu verwenden und die Entwicklung von physikalischen Konzepten im historischen Kontext nachzuvollziehen. Sie verfügen über fundierte Kenntnisse in den physikalischen Kernfächern Festkörperphysik und Kern- und Elementarteilchenphysik und sind in der Lage, ausgewählte Probleme aus diesen Gebieten auf einem höheren Abstraktionsniveau zu verstehen und zu analysieren. Sie haben dabei Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Kooperationsbereitschaft Teamfähigkeit) erhalten und Kommunikationstechniken erlernt.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken.

Prüfungsleistungen im Modul
mündliche Prüfung über die Inhalte von I und II, deren Note die Modulnote ist.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B5-EP5</b> und <b>PHYSIK-B5-TH5</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 5		PHYSIK-B5-EP5	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Einführung in die Festkörperphysik</b>		PHYSIK-B5-EP5-FKP	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	90 h	180 h	6 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und Konzepte zur Behandlung des Vielteilchensystems „Festkörper“ und können diese in typischen Fällen anwenden. Sie haben verstanden, wie die mikroskopischen Eigenschaften bezüglich der geometrischen Struktur, des Schwingungsverhaltens und der elektronischen Struktur das makroskopische Verhalten des Festkörpers bedingen. Sie kennen die wesentlichen Experimente zu diesem Thema und können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen.
Inhalte
<p><b>Atomare Struktur von Festkörpern</b>  Festkörper als Kontinuum, kristalline Festkörper, Bravais-Gitter, Millersche Indizes, Kristallfehler, Grundbegriffe: quasikristalline und amorphe Festkörper</p> <p><b>Experimentelle Strukturbestimmungen</b>  Direkt abbildende Methoden, reziprokes Gitter, Beugung von Wellen am Kristall, Brillouin-Zonen, Gitter- und Struktur faktoren, Atomformfaktoren, Röntgendiffraktometrie, Ewald-Kugel, Debye-Waller-Faktor</p> <p><b>Chemische Bindungen in Kristallen</b>  Kovalente und Ionen-Kristalle, Metallische Bindung und dichte Kugelpackungen, Atomradien, van-der Waals-Bindung</p> <p><b>Gitterschwingungen/Phononen</b>  Harmonische und adiabatische Näherung, Modell der linearen Kette mit ein- und zweiatomiger Basis, Periodische Randbedingungen, Dispersion akustischer und optischer Gitterschwingungen, Phononische Bandstruktur, Quantisierung elastischer Wellen, Impuls der Phononen</p>

## **Thermische Eigenschaften des elastischen Gitters**

Phononische Zustandsdichten, Debye- und Einstein-Modell des Gitteranteils der Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Anharmonische Effekte

## **Das Fermigas freier Elektronen**

Sommerfeld-Modell des freien Elektronengases, Temperaturabhängigkeiten der Fermi-Dirac-Verteilung und der Fermi-Energie, Wärmekapazität des Elektronengases, elektrische und thermische Leitfähigkeit, Elektron-Phonon-Wechselwirkung

## **Energiebänder**

Modell des nahezu freien Elektrons im kristallinen Festkörper, Bloch-Theorem, Energielücken, Bandstrukturen, Experimentelle Methoden zur Bestimmung der Bandstruktur

## **Fermiflächen und Metalle**

Konstruktion von Fermiflächen, Freies Elektronengas im Magnetfeld, Ausmessen von Fermiflächen

## **Halbleiterkristalle**

Totale Bandlücke, Eigenleitung und Störstellenleitung, Löcherkonzept, Ladungsträgerkonzentration bei Eigen- und Störstellenleitung

## **Grundbegriffe der magnetischen Eigenschaften**

Magnetisierbarkeit, Dia-, Para- und Ferromagnetismus, Hysterese, Austauschwechselwirkung

## **Grundbegriffe der dielektrischen und optischen Eigenschaften**

Dielektrische Funktion eines Festkörpers, Brechung und Extinktion, elektronische Abschirmung, Ferroelektrizität

## Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten) (benotet) gemeinsam mit PHYSIK-B5-EP5-KET.

## Literatur

- Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik
- N.W. Ashcroft, D.N. Mermin, Festkörperphysik

## Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulname		Modulcode	
Experimentalphysik 5		PHYSIK-B5-EP5	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik</b>		PHYSIK-B5-EP5-KET	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	45 h	90 h	3 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die physikalischen Begriffe und die grundlegenden Konzepte der Kernphysik. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Experimente zu diesem Thema und können deren Resultate korrekt analysieren, einordnen und beurteilen.
Inhalte
<p><b>Historisches, Radioaktivität</b> (natürliche Radioaktivität, <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung, K-Einfang, Zerfallsreihen)</p> <p><b>Globale Eigenschaften von Kernen und Nukleonen</b> (Massen, Größen, Bindungsenergie, Stabilität)</p> <p><b>Kernmodelle</b> (Fermigas, Tröpfchenmodell, Schalenmodell)</p> <p><b>Hadronen und Quarkmodell</b> (Baryonen, Mesonen, Resonanzen, Quarkfamilien)</p> <p><b>Teilchen / Antiteilchen</b></p> <p><b>Austauschteilchen</b> (Photonen, Gluonen, <math>W_{\pm}</math> Bosonen, <math>Z^0</math> Boson)</p> <p><b>Starke Wechselwirkung</b> (Confinement, Farbladungen)</p>

<p><b>schwache / elektro-schwache Wechselwirkung</b> (Paritätsverletzung, V-A, Mischungswinkel)</p> <p><b>Leptonen,</b> (e, <math>\mu</math>, <math>\tau</math>, Neutrinos, Massen, Oszillationen)</p> <p><b>Streuprozesse</b> (Beschleunigerexperimente, Feynman-Diagramme, Wirkungsquerschnitte (Rutherford, Mott, ...))</p> <p><b>Symmetrien und Erhaltungssätze</b> (Leptonenzahl, Baryonenzahl, elektr. Ladung, Isospin, Parität, ...)</p> <p><b>Standardmodell</b> (fundamentale Teilchen, Wechselwirkungen, Austauschteilchen, Higgs-Boson)</p>
Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten) (benotet) gemeinsam mit PHYSIK-B5-EP5-FKP.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• Povh, Rith, Scholz, Zetsche: Teilchen und Kerne</li><li>• Henley, Garcia: Subatomic Physics</li><li>• Demtröder: Experimentalphysik IV</li><li>• Mayer-Kuckuck: Kernphysik</li><li>• Machner, Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik</li><li>• Bleck-Neuhaus: Elementare Teilchen</li></ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Praktikum für Fortgeschrittene</b>	PHYSIK-B5-FP
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
5 und 6	30 Wochen	P	12

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum	P	2	60	3
II	Fortgeschrittenenpraktikum	P	8 <sup>2</sup>	240	9
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			7	300	12

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des wissenschaftlichen Experimentierens vertraut, können moderne naturwissenschaftliche Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen. Sie haben Techniken zur Planung, Präparation, Durchführung und Dokumentation komplexer wissenschaftlicher Experimente erlernt und können die Ergebnisse einem physikalisch vorgebildeten Publikum präsentieren. Sie sind vertraut mit den fortschrittlichen experimentellen und computergestützten wissenschaftlichen Werkzeugen, die sie für ihre Bachelor-Arbeit benötigen.
davon Schlüsselqualifikationen
Die Studierenden können ein Projektvorhaben ausarbeiten und präsentieren.

Prüfungsleistungen im Modul
9 Versuchstestate (unbenotet); 1 Vortrag im Seminar
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

<sup>2</sup> 9 Versuchstage á 8h Präsenzzeit

## Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	<b>Modulcode</b>	
Praktikum für Fortgeschrittene	PHYSIK-B5-FP	
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungscode</b>	
<b>Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum</b>	PHYSIK-B5-FP-S	
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Lorke, Wiedwald	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Se
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben Kommunikations- und Präsentationstechniken erlernt und sind fähig, Thema, Planung, Präparation, Durchführung und Ergebnisse eines komplexen physikalischen Experiments unter Einhaltung von Zeitvorgaben einem physikalisch vorgebildeten Publikum vorzustellen.
Inhalte
Versuche aus dem angebotenen Kanon des Fortgeschrittenenpraktikums.
Prüfungsleistung
Eigener Vortrag im Seminar
Literatur
Weitere Informationen zur Veranstaltung

<b>Modulname</b>	<b>Modulcode</b>
Praktikum für Fortgeschrittene	PHYSIK-B5-FP

<b>Veranstaltungsname</b>	Veranstaltungscode	
<b>Fortgeschrittenenpraktikum</b>	PHYSIK-B5-FP-P	
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Lorke, Wiedwald	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
6	WS + SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
8	120 h	120 h	240 h	9 Cr

<b>Lehrform</b>
Pr
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden erwerben vertieftes Verständnis der Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik unter Erweiterung ihrer praktischen experimentellen Fertigkeiten durch weitgehend selbstständiges Arbeiten an speziellen Versuchsaufbauten. Sie erwerben Erfahrung in der Anwendung moderner Messverfahren und bauen die im Grundlagenpraktikum erworbene Fähigkeit zur Anwendung erworbener physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten weiter aus.
<b>Inhalte</b>
Fortgeschrittene Versuche aus unterschiedlichen Gebieten der Experimentalphysik. Die genauen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang sowie im Internet bekannt gegeben.
<b>Prüfungsleistung</b>
Das (unbenotete) Testat für einen Versuch wird aufgrund folgender Studienleistungen erteilt <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Thematische Einarbeitung</li> <li>2. Mündliche Eingangsbefragung (Antestat)</li> <li>3. erfolgreiche Versuchsdurchführung,</li> <li>4. Korrekte Darstellung des Versuchsthemas, der Durchführung und der Ergebnisse in Form eines schriftlichen, testierten Berichts.</li> </ol> Voraussetzung für die Durchführung des Versuchs ist der Nachweis ausreichender Vorbereitung im Antestat.cxEs werden insgesamt 9 Versuchstestate gefordert.
<b>Literatur</b>
Versuchsanleitungen, spezielle Buchartikel und Veröffentlichungen zu den jeweiligen Versuchen (werden in Form eines Semesterapparats zur Verfügung gestellt).
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>



# **Kompetenzbereich Methodische Grundlagen**

## Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b><i>Mathematik für Physiker 1</i></b>	PHYSIK-B1-MP1
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Mathematik	Mathematik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	Vorkurs Mathematik / Physik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Mathematik für Physiker 1	P	6	270 h	9
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken.

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur (benotet), Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B1-MP1</b> und <b>PHYSIK-B2-MP2</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Mathematik für Physiker 1		PHYSIK-B1-MP1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Mathematik für Physiker 1</b>		PHYSIK-B1-MP1-V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Mathematik		Mathematik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
Inhalte
<p>Reelle und komplexe Zahlen: Folgen und Reihen (geometrische Reihe und Exponential-Reihe), Konvergenz</p> <p>Differential und Integral-Rechnung in einer Dimension: Funktionen, Stetigkeit und Differenzierbarkeit, elementare Funktionen, Taylor-Reihe, eigentliche und uneigentliche Integrale, einfache gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <p>Grundlagen der linearen Algebra: Vektoren und Matrizen, lineare Gleichungs-Systeme, lineare Abbildungen und Koordinaten-Transformationen, Basis des Vektorraums, Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Determinante</p>
Prüfungsleistung
Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten).
Literatur
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b><i>Mathematik für Physiker 2</i></b>	PHYSIK-B2-MP2
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Mathematik	Mathematik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	Vorkurs Mathematik / Physik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Mathematik für Physiker 2	P	6	270 h	9
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken.

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur (benotet), Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B1-MP1</b> und <b>PHYSIK-B2-MP2</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Mathematik für Physiker 2		PHYSIK-B2-MP2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Mathematik für Physiker 2</b>		PHYSIK-B2-MP2-V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Mathematik		Mathematik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
Inhalte
Erweiterte Grundlagen der linearen Algebra: Eigenwerte und Eigenvektoren, Matrix-Diagonalisierung, orthogonale, unitäre, symmetrische und selbst-adjungierte Matrizen Differential und Integral-Rechnung im $\mathbb{R}^d$ : partielle Ableitungen und Mehrfach-Integrale, Taylor-Reihe im $\mathbb{R}^d$ , Gradient, Rotation, Divergenz und Laplace-Operator, Linien-, Flächen- und Volumen-Integrale, Transformations-Satz (Jacobi), Integral-Sätze (Green, Gauss, Stokes), eindimensionale Variationsrechnung Krummlinige Koordinatentransformationen: Gradient, Rotation, Divergenz und Laplace-Operator in orthogonalen Koordinaten, inverse Abbildung
Prüfungsleistung
Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten).
Literatur
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Mathematik für Physiker 3</b>	PHYSIK-B3-MP3
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Mathematik	Mathematik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	Vorkurs Mathematik / Physik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Mathematik für Physiker 3	P	6	270 h	9
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	270 h	9

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken.

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Klausur (benotet), Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B3-MP3</b> und <b>PHYSIK-B4-MP4</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Mathematik für Physiker 3		PHYSIK-B3-MP3	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Mathematik für Physiker 3</b>		PHYSIK-B3-MP3-V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Mathematik		Mathematik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
Inhalte
Funktionentheorie: holomorphe Funktionen, Satz von Cauchy, Residuensatz, Laurent-Reihen Normierter Raum $L^p$ und Hilbert-Raum $L_2$ : Vollständige Orthonormalsysteme (vollständige Funktionen-Systeme), punktweise und gleichmässige Konvergenz, Fourier-Reihe und Fourier-Transformation, Umkehrungs-Satz, Faltungs-Satz Grundlagen partieller Differentialgleichungen: Separations-Ansätze für partielle Differentialgleichungen, Wellen-Gleichung, Laplace-Gleichung, Wärmeleitungs-Gleichung, Grundlösung, Randwert-Probleme, Spiegel-Ladung Optional: Kontrahierende Abbildungen und Banachscher Fixpunktsatz, Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen
Prüfungsleistung
Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten).
Literatur
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b><i>Mathematik für Physiker 4</i></b>	PHYSIK-B4-MP4
Modulverantwortliche/	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Mathematik	Mathematik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	Vorkurs Mathematik / Physik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Mathematik für Physiker 4	P	6	270 h	9
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	270 h	9

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und erwerben damit die Fähigkeit, diese zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen. Sie lernen in den Übungen, das erworbene Wissen exemplarisch zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen anzuwenden und ihre Lösungen in der Diskussion zu verteidigen.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken.

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Mündliche Prüfung (benotet), Note ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B3-MP3</b> und <b>PHYSIK-B4-MP4</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.



# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Mathematik für Physiker 4		PHYSIK-B4-MP4	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Mathematik für Physiker 4</b>		PHYSIK-B4-MP4-V	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Mathematik		Mathematik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Mathematik und gewinnen einen Einblick in deren Anwendung in der Physik. Sie wenden in den Übungen das erworbene Wissen exemplarisch auf mathematische Aufgabenstellungen an und lernen, ihre Lösungen im Vortrag darzustellen und in der Diskussion zu verteidigen.
Inhalte
Erweiterte Grundlagen partieller Differentialgleichungen: Distributionen, Faltung, Grundleistungs-Verfahren, Systeme partieller Differentialgleichungen, beschränkte, kompakte und unbeschränkte (lineare) Operatoren
Spezielle Funktionen und Sturm-Liouville-Probleme: Gamma-Funktion, Kugel-Funktionen, Zylinder-Funktionen, etc.
Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung (Dauer: 45 Minuten).
Literatur
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b><i>Physikalische Vertiefung</i></b>	PHYSIK-B5-PV
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
5 - 6	15 Wochen	WP	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Moderne Messmethoden der Physik	WP	5	120	4
II	Computersimulation	WP	5	120	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			5	150	4

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
III	Grundlagen der Optik	WP	2	60 h	2
IV	Grundlagen der Oberflächenphysik	WP	2	60 h	2
V	Grundlagen des Magnetismus	WP	2	60 h	2
VI	Grundlagen der Halbleiterphysik	WP	2	60 h	2
VII	Grundlagen der Plasmaphysik	WP	2	60 h	2
VIII	Grundlagen der Astrophysik	WP	2	60 h	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			2	60 h	2

## Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Physik weitgehend verstanden und sich darauf aufbauende Methoden angeeignet, die zur experimentellen Untersuchung sowie zur theoretischen Analyse, Modellierung und Simulation einschlägiger Prozesse geeignet sind.

davon Schlüsselqualifikationen

## Modulhandbuch BA Physik

Prüfungsleistungen im Modul
Studienleistung (unbenotet) in PHYSIK-B5-PV-MM oder PHYSIK-B5-PV-CS sowie in einer der Veranstaltungen PHYSIK-B5-PV-GX
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung	PHYSIK-B5-PV	
<b>Veranstaltungsname</b>	Veranstaltungscode	
<b>Moderne Messmethoden der Physik</b>	PHYSIK-B5-PV-MM	
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Experimentellen Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	V: 90 / Pr: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	75 h	45 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 3 SWS) und Praktikum (Pr: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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.
Prüfungsleistung
Studienleistung:: Aktive und erfolgreiche Teilnahme (unbenotet).
Literatur
Wird im Kurs angegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Physikalische Vertiefung		PHYSIK-B5-PV	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Computersimulation</b>		PHYSIK-B5-PV-CS	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	V: 90 / Pr: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	75 h	45 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS) und ein Computer-Praktikum (3 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden verwenden fortschrittliche Methoden zur Simulation klassischer Vielteilchensysteme.
Inhalte
Molekulardynamik-Simulationen: Algorithmen, Einstellung von Temperatur und Druck, Korrelationsfunktionen. Monte-Carlo-Simulationen: Zufallszahlengeneratoren, kinetische MC-Simulation, Importance Sampling, Skalierung endlicher Größen, Parallelisierung.
Prüfungsleistung
Studienleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Computerpraktikum (unbenotet)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. P. Landau, K. Binder: A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics</li> <li>• M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids</li> <li>• K. H. Hoffmann, M. Schreiber: Computational Physics</li> <li>• D. Frenkel, B. Smith: Understanding Molecular Simulations</li> <li>• D. C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics</li> <li>• W. H. Press, et al.: Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für erfolgreiche Teilnahme: ca. 50% der Punkte im Computerpraktikum (wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt)

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung	PHYSIK-B6-PV	
<b>Veranstaltungsname</b>	Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Optik</b>	PHYSIK-B6-PV-GOpt	
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Bovensiepen, Kleinfeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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.
Prüfungsleistung
Studienleistung: Aktive Teilnahme an der Vorlesung.(unbenotet)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hecht, A. Zajac: Optik</li> <li>• M. Born, E. Wolf: Principles of Optics</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für aktive Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung	PHYSIK-B6-PV	
<b>Veranstaltungsname</b>	Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Oberflächenphysik</b>	PHYSIK-B6-PV-GOfI	
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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.
Prüfungsleistung
Studienleistung: Aktive Teilnahme an der Vorlesung.(unbenotet)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desjonqueres, Spanjaard: Concepts in Surface Physics</li> <li>• Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers</li> <li>• Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids</li> <li>• Somorjai: Introduction to Surface Chemistry and Catalysis</li> <li>• Zangwill: Physics at Surfaces</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für aktive Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt

Modulname		Modulcode	
Physikalische Vertiefung		PHYSIK-B6-PV	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen des Magnetismus</b>		PHYSIK-B6-PV-GMag	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Farle, Mergel, Nienhaus, Schneider, Schleberger, Wende		Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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.
Prüfungsleistung
Studienleistung: Aktive Teilnahme an der Vorlesung.(unbenotet)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg Verlag München Wien)</li> <li>• H. C. Siegmann, J. Stöhr; Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics (Springer Verlag)</li> <li>• R. C. O'Handley, Modern Magnetic Materials: Principles and Applications (John Wiley &amp; Sons)</li> <li>• W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus 1 und 2 (Teubner Studienbücher Physik)</li> <li>• H. Lueken, Magnetochemie (Teubner Studienbücher Physik)</li> <li>• B. Heinrich, J.A.C. Bland, Ultrathin Magnetic Structures I-IV (Springer Verlag)</li> <li>• H. Kronmüller und S. Parkin, Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials (Wiley &amp; Sons)</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für aktive Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt



## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Physikalische Vertiefung		PHYSIK-B6-PV	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Halbleiterphysik</b>		PHYSIK-B6-PV-GHalb	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Horn-von Hoegen, Lorke, Mergel, Nienhaus		Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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
Prüfungsleistung
Studienleistung: Aktive Teilnahme an der Vorlesung.(unbenotet)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Seeger, Semiconductor Physics</li> <li>• M. Grundmann, Semiconductor Physics</li> <li>• P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors</li> <li>• O. Madelung, Grundlagen der Halbleiterphysik</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für aktive Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Physikalische Vertiefung		PHYSIK-B6-PV	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Plasmaphysik</b>		PHYSIK-B6-PV-GPla	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Brezinsek, Wucher		Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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.
Prüfungsleistung
Studienleistung: Aktive Teilnahme an der Vorlesung.(unbenotet).
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goldston, Robert J. and Rutherford, Paul H.: Introduction to plasma physics / Bristol: Inst. of Physics Publ., 1995</li> <li>• Michael Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung, Teubner 2003</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für aktive Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Physikalische Vertiefung		PHYSIK-B6-PV	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen der Astrophysik</b>		PHYSIK-B6-PV-GAstro	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Kelling, Wurm		Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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
Prüfungsleistung
Studienleistung: Aktive Teilnahme an der Vorlesung.(unbenotet)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>An Introduction to Modern Astrophysics, Carroll und Ostlie, Addison-Wesley, 2006</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Kriterium für aktive Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt

# **Kompetenzbereich Theoretische Physik**

<b>Modulname</b>	<b>Modulcode</b>
<b><i>Theoretische Physik 1</i></b>	PHYSIK-B1-TH1
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1	15 Wochen	P	8

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	Vorkurs Mathematik / Physik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Newtonsche Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie	P	4	120 h	4
II	Mathematische Methoden der Newtonschen Mechanik	P	4	120 h	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			8	240 h	8

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der klassischen Mechanik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw. Arbeitsmethoden.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden.

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B1-TH1</b> und <b>PHYSIK-B2-TH2</b> geht mit dem Gewicht <b>17 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 1		PHYSIK-B1-TH1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Newtonsche Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie</b>		PHYSIK-B1-TH1-ME	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
4	60 h	60 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der klassischen Mechanik von Massenpunkten und können sie korrekt anwenden und daraus mit analytischen Methoden Schlüsse ziehen. Sie sind in der Lage, einfache Modelle für Phänomene aus diesem Bereich der Mechanik zu entwickeln, mathematisch zu formulieren und analytisch zu lösen und ihre Lösung schriftlich und mündlich zu präsentieren.
Inhalte
<p>Newtonsche Mechanik von Massenpunkten:                      Eindimensionale Bewegung, kinetische und potentielle Energie, Energieerhaltung, (gedämpfter und getriebener) harmonischer Oszillator. Dimensionsanalyse                      Mehrdimensionale Bewegung. Beschleunigte Bezugssysteme (Coriolis- und Zentrifugalkraft)                      Bewegung im Zentralfeld, Drehimpuls                      Zweikörperproblem, Impulserhaltung, Grundbegriffe der Streutheorie.                      Spezielle Relativitätstheorie: Lorentz-Transformation, Raum-Zeit-Diagramme, relativistische Dynamik.</p>
Prüfungsleistung
Klausur (gemeinsam mit PHYSIK-B1-TH1-MA) (benotet) (Dauer: 120 - 180 Minuten)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd.1</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 1		PHYSIK-B1-TH1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Mathematische Methoden der Newtonschen Mechanik</b>		PHYSIK-B1-TH1-MA	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
4	60 h	60 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden beherrschen die mathematischen Methoden, die für PHYSIK-B1-TH1-ME benötigt werden.
Inhalte
Grenzwerte, Stetigkeit, Differentiation und Integration bei einer Veränderlichen. Taylorentwicklung (eine Veränderliche), geometrische Reihe, Exponentialreihe. Gewöhnliche Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung, Trennung der Variablen. Komplexe Zahlen, Funktionen komplexer Zahlen, Euler-Formel. Vektoren, Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Spatprodukt, Kronecker- und Levi-Civita-Symbol. Matrizen, Determinanten, Drehungen, Spiegelungen, axiale und polare Vektoren, lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme. Raumkurven, Differentiation vektorwertiger Funktionen, Bogenlänge.
Prüfungsleistung
Klausur (gemeinsam mit PHYSIK-B1-TH1-ME) (benotet) (Dauer:120 - 180 Minuten)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd.1</li> <li>Lang, Pucker: Mathematische Methoden in der Physik</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die Teilnahme an den Übungen zu dieser Veranstaltung ist freiwillig.

Modulname	Modulcode
<b>Theoretische Physik 2</b>	PHYSIK-B2-TH2
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	PHYSIK-B1-TH1

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Analytische Mechanik	P	4	120 h	4
II	Mathematische Methoden der Analytischen Mechanik	P	4	120 h	4
III	Computerpraktikum zur Mechanik	P	1	30 h	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			9	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der analytischen Mechanik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B1-TH1</b> und <b>PHYSIK-B2-TH2</b> mit dem Gewicht <b>17 Cr</b> in die Gesamtnote ein.



Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 2		PHYSIK-B2-TH2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Analytische Mechanik</b>		PHYSIK-B2-TH2-ME	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
4	60 h	60 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben die Entwicklung abstrakterer Konzepte der klassischen Mechanik nachvollzogen und können diese korrekt anwenden. Sie kennen die Struktur theoretisch-mathematischer Modelle, sowie die relativen Vorzüge verschiedener Formulierungen der klassischen Mechanik, können deren Konzepte adäquat anwenden und ihre Lösung schriftlich und mündlich präsentieren.
Inhalte
Zwangsbedingungen, d'Alembert-Prinzip, Zwangskräfte, Euler-Lagrange-Gleichungen, Hamilton-Prinzip, Variationsrechnung Zyklische Variablen und Erhaltungsgrößen, Virialtheorem. Starrer Körper, Euler-Winkel, Euler-Gleichung der Kreiselbewegung, N-Körperproblem, kleine Schwingungen (Normalmoden). Hamiltonsche Mechanik, Phasenraum, kanonische Transformationen, Poissonklammern, Liouville-Theorem. Strömungsmechanik (Euler-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung, Reynoldszahl). Optional: Grundbegriffe der Chaostheorie & Hamilton-Jacobi-Theorie.
Prüfungsleistung
Klausur (benotet) (Dauer: 120 - 180 Minuten)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 2</li> <li>• Goldstein, Poole, Safko: Klassische Mechanik</li> <li>• Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 1</li> <li>• Kibble: Classical Mechanics</li> </ul>

### Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu dieser Vorlesung sowie am Computerpraktikum (PHYSIK-B2-TH2-CP). Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 2		PHYSIK-B2-TH2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Mathematische Methoden der Analytischen Mechanik</b>		PHYSIK-B2-TH2-MA	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
4	60 h	60 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden beherrschen die mathematischen Methoden, die für PHYSIK-B2-TH2-ME benötigt werden.
Inhalte
Matrix-Diagonalisierung und lineare Stabilitätsanalyse. Differentiation, Integration und Taylorentwicklung bei mehreren Veränderlichen. Parametrisierung von Flächen und Volumina (Kugel- und Zylinderkoordinaten). Skalar-, Vektor- und Tensorfelder, Nabla-Operator, Gradient, Divergenz, Rotation, Laplace-Operator, exemplarisch auch in Kugel- oder Zylinderkoordinaten. Sätze von Gauss und Stokes.
Prüfungsleistung
Siehe Veranstaltung PHYSIK-B2-TH2-ME.
Literatur
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die Teilnahme an den Übungen zu dieser Vorlesung ist freiwillig)

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 2		PHYSIK-B2-TH2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Computerpraktikum zur Mechanik</b>		PHYSIK-B2-TH2-CP	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
1	15 h	15 h	30 h	1 Cr

Lehrform
Übung im Computerlabor
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Mechanik einsetzen.
Inhalte
6 Programmieraufgaben aus dem Bereich der Mechanik.
Prüfungsleistung
Siehe Veranstaltung PHYSIK-B2-TH2-ME.
Literatur
Wird im Computerpraktikum bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Computerübungen ist Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung festgelegt.

Modulname	Modulcode
<b>Theoretische Physik 3</b>	PHYSIK-B3-TH3
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3	15 Wochen	P	10

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	PHYSIK-B2-TH2

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Elektrodynamik	P	6	270 h	9
II	Computerpraktikum zur Elektrodynamik	P	1	30 h	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			7	300 h	10

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Elektrodynamik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B3-TH3</b> und <b>PHYSIK-B4-TH4</b> geht mit dem Gewicht <b>20 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 2		PHYSIK-B3-TH3	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Elektrodynamik</b>		PHYSIK-B3-TH3-ED	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen den Ursprung und die Dynamik elektromagnetischer Felder. Sie können analytische Methoden der Elektrodynamik anwenden, physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich lösen und ihre Lösung schriftlich und mündlich präsentieren.
Inhalte
Maxwellgleichungen, Lorentzkraft, Skalar- und Vektorpotential, Poisson- und Laplace-Gleichung, Eichinvarianz, CPT-Invarianz, Ladungserhaltung, Elektro- und Magnetostatik, Biot-Savart-Gesetz, Multipol-Entwicklung, Spiegel-Ladungen, Feldlinien und Symmetrien, elektromagnetische Wellen und Strahlung, Elektrodynamik in Materie, Energie- und Impulsdichte des elektromagnetischen Feldes, Poynting-Theorem. Relativistische Formulierung der Elektrodynamik: Vierervektoren, Feldstärketensor. Mathematische Methoden: Randwertprobleme, Greensche Theoreme; Funktionentheorie: Holomorphe Funktionen, Residuensatz, analytische Fortsetzung; Distributionen: Deltafunktion, Greensche Funktion; Fouriertransformation.
Prüfungsleistung
Klausur (benotet) (Dauer: 120 - 180 Minuten).
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jackson: Klassische Elektrodynamik;</li> <li>• Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 3 und 4</li> <li>• Griffiths: Elektrodynamik</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung

## Modulhandbuch BA Physik

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen sowie am Computerpraktikum (PHYSIK-B3-TH3-CP). Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 3		PHYSIK-B3-TH3	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Computerpraktikum zur Elektrodynamik</b>		PHYSIK-B3-TH3-CP	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch	20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
1	15 h	15 h	30 h	1 Cr

Lehrform
Übung im Computerlabor
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Elektrodynamik einsetzen. Sie besitzen Grundkenntnisse in MATHEMATICA oder ähnlichen Computeralgebra-Systemen.
Inhalte
6 Programmieraufgaben aus dem Bereich der Elektrodynamik.
Prüfungsleistung
Siehe Veranstaltung PHYSIK-B3-TH3-ED.
Literatur
Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Siehe Veranstaltung PHYSIK-B3-TH3-ED.

Modulname	Modulcode
<b>Theoretische Physik 4</b>	PHYSIK-B4-TH4
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
4	15 Wochen	P	10

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	PHYSIK-B3-TH3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload	Credits
I	Quantenmechanik	P	6	270 h	9
II	Computerpraktikum zur Quantenmechanik	P	1	30 h	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			7	300 h	10

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Quantenmechanik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur oder mündliche Prüfung in I, Prüfungsnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B3-TH3</b> und <b>PHYSIK-B4-TH4</b> geht mit dem Gewicht <b>20 Cr</b> in die Gesamtnote ein.



Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 4		PHYSIK-B4-TH4	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Quantenmechanik</b>		PHYSIK-B4-TH4-QM	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen den konzeptionellen Unterschied zwischen klassischer Mechanik und Quantenmechanik. Sie können mit analytischen Methoden grundlegende quantenmechanische Probleme lösen und ihre Lösungen schriftlich und mündlich präsentieren.
Inhalte
Postulate der Quantenmechanik: Schrödingergleichung, Zustände & Observablen (Messwerte, Eigenfunktionen, diskretes und kontinuierliches Spektrum); Vertauschungsregeln, Unschärferelation. Zeitentwicklung und Ehrenfest-Theorem (unitäre Operatoren, Schrödinger-, Heisenberg- und Wechselwirkungs-Bild, Energie-Zeit-Unschärfe); Symmetrien und Erhaltungsgrößen (Energie, Impuls, Drehimpuls). Eindimensionale Beispiele (Stufe, Barriere, Kasten). Algebra des harmonischen Oszillators. Dreidimensionale Schrödingergleichung. Darstellungswechsel, Dirac-Notation, Dichte-Matrix. Algebra des Drehimpulses (Bahndrehimpuls, Spin, Gesamtdrehimpuls), Addition von Drehimpulsen. Wasserstoff-Problem. Zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie. Streutheorie (Potentialstreuung) in Born-Näherung. Ritzsches Variationsverfahren, WKB-Methode. Ununterscheidbare Teilchen (Bosonen und Fermionen). Mathematische Methoden: Wahrscheinlichkeitstheorie; Hilbertraum-Theorie: Funktionenraum $L^2$ , vollständige Orthonormalsysteme, unitäre und selbst-adjungierte Operatoren, Kommutatoren, Schwarzsche Ungleichung, Eigenwerte und Eigenvektoren selbstadjungierter Operatoren, Projektionsoperatoren, Spektraldarstellung. Optional: Grundzüge der Gruppentheorie
Prüfungsleistung
Klausur (Dauer 120 - 180 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer:30-45 Minuten) (Prüfungsform wird vom Dozenten zu Beginn der Vorlesung festgelegt)

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schwabl: Quantenmechanik</li><li>• Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 5</li><li>• Schiff: Quantum Mechanics</li><li>• Cohen-Tannoudji, Diu, Laloé: Quantenmechanik, Bd. 1 und 2</li></ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

<b>Theoretische Physik 4</b>		<b>PHYSIK-B4-TH4</b>	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Computerpraktikum zur Quantenmechanik</b>		PHYSIK-B4-TH4-CP	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
1	15 h	15 h	30 h	1 Cr

<b>Lehrform</b>
Übung im Computerlabor
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Quantenmechanik einsetzen.
<b>Inhalte</b>
6 Programmieraufgaben aus dem Bereich der Quantenmechanik.
<b>Prüfungsleistung</b>
Siehe Veranstaltung PHYSIK-B4-TH4-QM.
<b>Literatur</b>
Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben.
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>
Die aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Computerübungen ist Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt

<b>Modulname</b>	<b>Modulcode</b>
<b>Theoretische Physik 5</b>	PHYSIK-B5-TH5
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
5	15 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	PHYSIK-B4-TH4

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Statistische Physik und Thermodynamik	P	6	270 h	9
	(Ein Computerpraktikum findet im Rahmen der Vorlesung "Computersimulation" statt)				
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	270 h	9

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden haben grundlegende Prinzipien der Statistischen Physik und deren mathematische Formulierung weitgehend verstanden. Sie kennen wichtige, in diesem Bereich eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen wie z.B. Zeitmanagement und Lern- bzw Arbeitsmethoden.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagement, Lern- und Arbeitsmethoden

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Mündliche Prüfung (Dauer:30-45 Minuten) oder Klausur (Dauer: 120 - 180 Minuten).
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die bessere der Noten für die Module <b>PHYSIK-B5-TH5</b> und <b>PHYSIK-B5-EP5</b> geht mit dem Gewicht <b>18 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Theoretische Physik 5		PHYSIK-B5-TH5	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Statistische Physik und Thermodynamik</b>		PHYSIK-B5-TH4-SP	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der theoretischen Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Englisch	V: 90 / Üb: 20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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 Methoden der Statistischen Physik anzuwenden.
Inhalte
Wahrscheinlichkeitstheorie, Zentraler Grenzwertsatz. 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). Irreversible Prozesse und Relaxation ins Gleichgewicht. Optional: Molekularfeldtheorie kritischer Phänomene
Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung (Dauer: 30-45 Minuten) oder Klausur (Dauer: 120 - 180 Minuten). Prüfungsform wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwabl: Statistische Mechanik</li> <li>• Brenig: Statistische Theorie der Wärme</li> <li>• Fließbach: Statistische Physik</li> </ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

# **Kompetenzbereich Ergänzung**

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Schlüsselqualifikationen - E1</b>	PHYSIK-B1-E11
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1	30 Wochen	P	4

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen<sup>1)</sup>:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload	Credits
I	Grundlagen der Programmierung	P	2	90 h	2
II	Veranstaltungen des IOS	WP	2	90 h	3
III	Seminar Projektplanung und Präsentation	P	2	90 h	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			<b>4+</b>	<b>210+ h</b>	<b>6+</b>

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden erwerben überfachliche Kompetenzen im Umgang mit dem Computer als Voraussetzung für den Einsatz rechnergestützter Verfahren zur Lösung physikalischer Probleme sowie in weiteren Bereichen ihrer Wahl (z.B. Erlernen der englischen Fachsprache etc). Sie sind mit entsprechenden Lernstrategien vertraut, sich in die Thematik eines Projekts zur Lösung einer begrenzten wissenschaftlichen Aufgabenstellung einzuarbeiten und dabei das im Bachelorstudium erworbene Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen.
davon Schlüsselqualifikationen
Programmiertechniken, Lern- und Arbeitstechniken, Präsentationstechniken, Projektmanagement

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Studienleistungen (unbenotet) in I und III Prüfungsleistungen (benotet oder unbenotet) lt. IOS in II
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht in die Gesamtnote ein.

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>		<b>Modulcode</b>	
Schlüsselqualifikationen – E1		PHYSIK-	
<b>Veranstaltungsname</b>		<b>Veranstaltungscode</b>	
<b>Grundlagen der Programmierung</b>		PHYSIK-	
Lehrende/r Brendel		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Brendel		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	SS	Deutsch	20

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	60 h	90 h	3 Cr

<b>Lehrform</b>
Übung im Computerlabor
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden können einfache Computerprogramme in C entwickeln und erwerben damit die Voraussetzungen, rechnergestützte Verfahren zur Lösung physikalischer Probleme einzusetzen.
<b>Inhalte</b>
Numerik-orientierter Programmierkurs in der Programmiersprache C.
<b>Prüfungsleistung</b>
Studienleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme.
<b>Literatur</b>
Wird in der Übung angegeben.
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>
Kriterien für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.



## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Schlüsselqualifikationen – E1		PHYSIK-BX-E1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
Veranstaltungen aus dem Angebot des IOS		PHYSIK-BX-E1-IOS	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten des IOS <sup>3)</sup>		IOS <sup>1)</sup>	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Englisch	25

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	60 h	90 h	3 Cr

Lehrform
Üb
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben überfachliche Kompetenzen auf einem Gebiet ihrer Wahl. Sie belegen hierzu eine Lehrveranstaltung aus dem Angebot des Instituts für Optionale Studien (IOS). Dies kann z.B. ein Sprachkurs zum Erlernen der englischen Fachsprache sein, es kann jedoch eine beliebige Veranstaltung aus dem Bereich E1 gewählt werden.
Inhalte
Siehe Lehrangebot IOS.
Prüfungsleistung
Prüfungsmodalitäten gemäß IOS
Literatur
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung

<sup>3</sup> Institut für Optionale Studien (Zentrale Einrichtung der UDE zur Bündelung des Lehrangebots im Ergänzungsbereich)

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Schlüsselqualifikationen – E1		ENERGY-BX-E1	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Projektplanung und Präsentation</b>		ENERGY-BX-E1-PP	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	SS	Englisch	90

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	90 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Seminar
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind befähigt, ein Projekt zur Lösung einer begrenzten wissenschaftlichen Aufgabenstellung (Bachelorarbeit) selbstständig zu planen und das Ergebnis im mündlichen Vortrag zu präsentieren. Sie sind in der Lage, sich in die Thematik des Projekts einzuarbeiten und dabei das im Bachelorstudium erworbene Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen.
Inhalte
Jeder Studierende hält einen wissenschaftlichen Vortrag über Thema, Planung, Vorbereitung und Durchführung der Bachelorarbeit. Das Thema sowie die zur Vorbereitung empfohlene Lektüre werden vorher in Absprache mit dem Betreuer der Arbeit festgelegt. Die Studierenden erarbeiten ihr Thema unabhängig und führen, wenn notwendig, eigenverantwortlich weitergehende Recherchen aus. Zusammen mit dem Betreuer wird das Material für die Präsentation ausgewählt, verarbeitet und vorgetragen.
Prüfungsleistung
Aktive und erfolgreiche Teilnahme und eine eigene Präsentation (unbenotet).
Literatur
Wird individuell zugeteilt.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie</b>	PHYSIK-BX-E2
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Chemie	Chemie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1 - 6	30 Wochen	WP	6 - 11

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie)	WP	6	150 h	5
II	Praktikum Allgemeine Chemie	WP	5	110 h	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)<sup>4</sup></b>			11	260 h	8

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse und Fertigkeiten auf dem Gebiet der Chemie.
davon Schlüsselqualifikationen
.

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur zu I, Klausurnote ist die Modulnote; Studienleistung in II
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht in die Gesamtnote ein

<sup>4</sup> Beide Lehrveranstaltungen (I und II) müssen belegt werden.

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen:		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie)</b>		PHYSIK-BX-E2-Chem	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Schlücker, Spohr		Chemie	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	60 h	150 h	5 Cr

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (4SWS) + Übung (2SWS)
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
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.
<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von stofflichen Zuständen</li> <li>• Methoden der Stofftrennung</li> <li>• Chemische Elemente</li> <li>• Stoffmengenbegriff und Stöchiometrie</li> <li>• Atomaufbau, Atomeigenschaften, Periodensystem der Elemente</li> <li>• Prototypen der chemischen Bindung und Modelle zu deren Beschreibung</li> <li>• Grundlagen der Kinetik chemischer Reaktionen</li> <li>• Grundlagen der Thermodynamik chemischer Reaktionen</li> <li>• Säure-Base-Reaktionen (Protonentransfer-Gleichgewichte)</li> <li>• Redox-Reaktionen (Elektronentransfer-Gleichgewichte)</li> <li>• Grundlagen und Anwendungen der Elektrochemie</li> <li>• Exemplarische Behandlung chemischer Reaktivitäten: Erarbeitung von Reaktivitätstrends vor dem Hintergrund des Periodensystems</li> </ul>

## Modulhandbuch BA Physik

- 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

### Prüfungsleistung

Klausur (Dauer 120 Minuten) am Ende des 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

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme : mindestens 60 % der Punkte der bewerteten Übungsaufgaben

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen:		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Praktikum Allgemeine Chemie</b>		PHYSIK-BX-E2-PrChem	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Chemie		Chemie	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	75 h	35 h	110 h	3 Cr

Lehrform
Experimentelles Praktikum
Lernergebnisse / Kompetenzen
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..
Inhalte
<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>
Prüfungsleistung
Antestate (30%), praktisches Arbeiten im Labor (10%), Protokollierung im Laborjournal (10%), 1-stündige Praktikumsabschlussklausur (50%)

## Modulhandbuch BA Physik

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• Praktikumsskript mit Versuchsanleitungen</li><li>• Gerhart Jander, Ewald Blasius, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, 14. Aufl., S. Hirzel, Stuttgart, 1995; UB: 35 UNP 120</li></ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik</b>	PHYSIK-BX-E2
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Informatik	Informatik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1 - 6	15 oder 30 Wochen	WP	6 - 11

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Grundlegende Programmier-techniken	WP	3	120 h	4
II	Fortgeschrittene Programmier-techniken	WP	3	120 h	4
III	Rechnernetze- und Kommunikations-systeme	WP	3	120 h	4
IV	Software-Technik	WP	6	240 h	8
V	Datenstrukturen und Algorithmen	WP	6	240 h	8
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)<sup>5</sup></b>			<b>6</b>	<b>240 h</b>	<b>8</b>

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse und Fertigkeiten in den Grundlagen der Informatik.
davon Schlüsselqualifikationen
.

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Kumulativ aus den Studien-/Prüfungsleistungen in den einzelnen Lehrveranstaltungen
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht ein

<sup>5</sup> Es sind Lehrveranstaltungen im Gesamtumfang von 6-11 ECTS-Credits zu belegen



## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Grundlegende Programmier Techniken</b>		PHYSIK-BX-E2-GProg	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Krüger		Informatik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6		Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	75 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden lernen die Konzepte einer modernen, objektorientierten Programmiersprache kennen und anwenden. Sie können dem Problem angemessene Datenstrukturen und Programmkonstrukte wählen, beurteilen und verwenden. Ausgehend von den elementaren Sprachkonstrukten sind die Studierenden in der Lage, kleinere Problemstellungen in einen Algorithmus zu überführen und in Java zu implementieren. Hierbei lernen sie, den Standards und Konventionen entsprechenden, verständlichen und gut dokumentierten Quellcode zu erzeugen.
Inhalte
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.).
Prüfungsleistung
Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmier Technik" am Ende des 2. Semesters.
Literatur

## Modulhandbuch BA Physik

- 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

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Fortgeschrittene Programmieretechniken</b>		PHYSIK-BX-E2-FProg	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Pauli		Informatik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	75 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden vertiefen die in der Veranstaltung des ersten Semesters erlernten Konzepte und wenden sie auf komplexere Fragestellungen an. Hierbei sollen sie die in der Veranstaltung "Modellierung" erlernten Techniken, wie z.B. UML an konkreten Fragestellungen einsetzen. Sie verstehen weiterführende Sprachelemente und APIs, die sie in die Lage versetzen, größere Anwendungen, z.B. im Netzwerk- und Datenbankbereich erfolgreich zu implementieren..
Inhalte
Aufbauend auf die grundlegenden Programmieretechniken 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) - Datenbankanbindung mittels JDBC - Einführung in die Netzwerkprogrammierung - Verteilte Programmierung mittels Remote Method Invocation (RMI) - Applets und Servlets..
Prüfungsleistung
Testat (praktische Aufgabe) sowie Teil der Gesamt-Klausurarbeit über das Modul "Programmieretechnik" am Ende des 2. Semesters
Literatur

## Modulhandbuch BA Physik

- 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

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Rechnernetze und Kommunikationssysteme</b>		PHYSIK-BX-E2-RKomm	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Otten		Informatik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	75 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
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.
Inhalte
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.).
Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung im Rahmen des Moduls "Rechnernetze und Sicherheit"
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Tanenbaum: Computernetzwerke, 3. Auflage, Pearson Studium 2000</li> <li>• J. Kurose, K. Ross: Computernetze, Pearson Studium 2002</li> </ul>

## Modulhandbuch BA Physik

Weitere Informationen zur Veranstaltung

<b>Modulname</b>	<b>Modulcode</b>	
Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik	PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>	<b>Veranstaltungscode</b>	
<b>Softwaretechnik</b>	PHYSIK-BX-E2-STech	
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Heisel	Informatik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	150 h	240 h	8 Cr

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (4 SWS) und Praktikum (2 SWS)
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</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>Inhalte</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 Entwurfs-muster - Testen - Weitere Techniken zur Qualitätssicherung, darunter Metriken, Inspektionen.
<b>Prüfungsleistung</b>

Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung

## Literatur

- 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

## Weitere Informationen zur Veranstaltung

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik</b>	PHYSIK-BX-E2
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Mathematik	Mathematik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1 - 6	30 Wochen	WP	6 - 11

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Analysis 3	WP	6	270 h	9
II	Numerik 1	WP	6	270 h	9
III	Optimierung 1	WP	6	270 h	9
IV	Kryptographie 1	WP	6	270 h	9
V	Funktionentheorie 1	WP	6	270 h	9
VI	Gewöhnliche Differentialgleichungen 1	WP	6	270 h	9
VII	Differentialgeometrie 1	WP	6	270 h	9
VIII	Funktionalanalysis 1	WP	6	270 h	9
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	270 h	9

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse im Fach Mathematik, welche über die im Physikstudium ohnehin vermittelten Inhalte hinaus gehen.
davon Schlüsselqualifikationen
.

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht ein



## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Analysis 3</b>		PHYSIK-BX-E2-AN	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Ulrich Dierkes		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
Wesentliche Ziele dieser Vorlesung sind neben der Vektoranalysis die gesamte Lebesgue'sche Integrationstheorie und die hiermit zusammenhängenden fundamentalen Theoreme. Dies liefert das Fundament für sämtliche weiterführende Vorlesungen im Bereich der mathematischen Analysis, wie z.B. Partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung, Optimierung, Differentialgeometrie, Stochastik, Numerik, Funktionalanalysis.
Inhalte
Vektoranalysis im $\mathbb{R}^3$ : Sätze von Gauß, Green, Stokes; Lebesgue'sche Integrationstheorie im $\mathbb{R}^n$ : Konstruktion des Lebesgue-Maßes, messbare Funktionen, Maßkonvergenz: Sätze von Lebesgue, Riesz; Satz von Lusin, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze zum Lebesgue-Integral: Fatou, Lebesgue, B. Levi; Prinzip von Cavalieri, Satz von Fubini; $L_p$ -Räume, Satz von Riesz-Fischer; Mannigfaltigkeiten und Differentialformen; allgemeiner Stokes'scher Satz; Gewöhnliche Differentialgleichungen
Prüfungsleistung
In der Regel: schriftliche Klausur am Semesterende. Der Vorlesende gibt die Prüfungsmodalitäten am Anfang des Semesters bekannt. Die Lehrenden können die Zulassung zur Klausur von der aktiven Teilnahme am Übungsbetrieb abhängig machen.

### Literatur

- Barner, Flohr: Analysis II. de Gruyter 1991
- Hildebrandt: Analysis II, III. Springer 2003
- Fleming: Functions of several variables.
- Addison-Wesley 1965

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

### Weitere Informationen zur Veranstaltung

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Numerische Mathematik I: Grundlagen</b>		PHYSIK-BX-E2-NM	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Gerhard Starke		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
<p>Aktives Erlernen der Begriffsbildungen der Numerischen Mathematik und der numerischen Lösung mathematischer Problemstellungen</p> <p>Umfassendes Verständnis der numerischen Verfahren und Erlernen der Fähigkeit, diese der Problemstellung entsprechend einsetzen zu können</p> <p>Eigenständige Präsentation und Vertretung der Lösungsvorschläge in einer Diskussion</p> <p>Behandlung mathematischer Probleme mit numerischen Methoden und deren algorithmische Umsetzung</p>
Inhalte
<p>(Die angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch; alle Punkte beziehen sich auf die zugehörigen numerischen Verfahren und die theoretischen Grundlagen, soweit letztere noch nicht in den Grundvorlesungen des ersten Jahres behandelt worden sind.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Nichtlineare Gleichungen und Gleichungssysteme</li> <li>• Ausgleichsprobleme</li> <li>• Eigenwertaufgaben</li> <li>• Interpolation</li> <li>• Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Integration</li> </ul> <p>Desweiteren sollen Fragen der Kondition und numerischen Stabilität erörtert werden. Die Übungen zur Vorlesung Numerische Mathematik I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft. Die Übungen können auch eine praktische Komponente enthalten, bei der numerische Verfahren am Rechner entwickelt und getestet werden. Die dazu nötigen Kenntnisse im Umgang mit einer Programmierumgebung (z.B. Matlab) werden gegebenenfalls in den Übungen vermittelt.</p>

## Modulhandbuch BA Physik

Prüfungsleistung
Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung am Semesterende. Die Modalitäten der Prüfung sowie etwaiger Zulassungsvoraussetzungen werden zu Beginn der Veranstaltungen von der/dem Lehrenden festgelegt und bekanntgegeben.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I und II. Berlin: Springer 2002</li><li>• M. Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens. Wiesbaden: Teubner 2002</li></ul> Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Optimierung 1</b>		PHYSIK-BX-E2-OP	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Rüdiger Schultz		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Teilnehmer erwerben die grundlegenden Kenntnisse zur Theorie und Algorithmik der linearen Optimierung. Dabei erlernen sie auch Modellierungstechniken und lernen Ansätze zur softwaretechnischen Realisierung kennen. Diese Kenntnisse versetzen die Teilnehmer in die Lage, eine insbesondere in ökonomischen Anwendungen wichtige Klasse von praktischen Problemen zu modellieren und zu lösen.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie linearer Ungleichungssysteme</li> <li>• Geometrie der Polyeder</li> <li>• Simplexmethode und ihre Varianten</li> </ul> sowie zwei der folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Netzwerkoptimierung</li> <li>• Innere-Punkte-Verfahren der linearen Optimierung</li> <li>• Karush-Kuhn-Tucker Bedingungen</li> </ul>
Prüfungsleistung
Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

## Literatur

- Bertsimas, Tsitsiklis: Introduction to Linear Optimization. Athena Scientific 1997
- Dantzig, Thapa: Linear Programming 1/2. Springer 1997/2003
- Padberg: Linear Optimization and Extensions. Springer 1999
- Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. Wiley 1998
- Gritzmann: Grundlagen der Mathematischen Optimierung, Springer 2013

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

## Weitere Informationen zur Veranstaltung

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Kryptographie 1</b>		PHYSIK-BX-E2-KY	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Georg Hein		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
<p>Die Teilnehmer sollen die algebraischen Methoden erlernen, die die Grundlagen der modernen Kryptographie bilden. Dazu sollen sie praktische Probleme der Datensicherheit kennen lernen. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen aus der Kryptographie und der Codierungstheorie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchdringen anspruchsvoller Beweise</li> <li>• Erlernen des Wechselspiels zwischen theoretischen und praktischen Lösungen</li> <li>• Anwenden der Theorie auf abstrakte und konkrete Probleme in den Übungen</li> <li>• Mündliche und schriftliche Präsentation der eigenen Ansätze und Lösungen</li> </ul>
Inhalte
<p>Grundlagen der Diskreten Mathematik in Hinblick auf die Kryptographie, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klassische Kryptographie.</li> <li>2. Ansätze zur Kryptanalyse.</li> <li>3. Shannonsche Theorie.</li> <li>4. Secret-Key-Kryptographie.</li> <li>5. Public-Key-Kryptographie.</li> <li>6. Kryptographische Hashfunktionen.</li> <li>7. Digitale Unterschriften.</li> </ol> <p>Die Übungen zur Kryptographie I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.</p>

## Modulhandbuch BA Physik

Prüfungsleistung
Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.
Literatur
Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung



# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Funktionentheorie 1</b>		PHYSIK-BX-E2-FT	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Gerhard Freiling		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die aufgeführten Lehrinhalte sollen beherrscht und in den begleitenden Übungen selbständig vertieft werden. Das Modul kann als Grundlage dienen für weiterführende Seminare und Vorlesungen zur Funktionentheorie. In Verbindung mit anderen Modulen aus der Analysis oder der Algebra sollen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Theorien gewinnen.
Inhalte
<p>Grundlagen der Funktionentheorie, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Differenzierbarkeit;</li> <li>• Einführung in die Theorie der holomorphen Funktionen;</li> <li>• Cauchyscher Integralsatz;</li> <li>• Konforme Abbildungen;</li> <li>• Cauchy-Formeln und Potenzreihen;</li> <li>• Singularitäten und Laurent-Reihen;</li> <li>• Analytische Fortsetzung;</li> <li>• Der Residuenkalkül.optional:</li> <li>• Spezielle Funktionen (Gammafunktion, Riemannsche Zetafunktion, Weierstraßsche <math>p</math>-Funktion)</li> <li>• Möbius-Transformationen;</li> <li>• Normale Familien, der Riemannsche Abbildungssatz.</li> </ul>
Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung oder schriftliche Prüfungsklausur. Die Lehrenden geben die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen bekannt.

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Fischer, I. Lieb: Funktionentheorie. Vieweg Verlag</li><li>• J. B. Conway: Functions of one complex variable. Springer Verlag</li></ul> <p>Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.</p>
Weitere Informationen zur Veranstaltung

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Gewöhnliche Differentialgleichungen 1</b>		PHYSIK-BX-E2-GD	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Ulrich Dierkes		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Teilnehmer sollen elementare Differentialgleichungen lösen können, Grundkenntnisse über die theoretische Behandlung von Differentialgleichungen erlangen und auf Probleme aus der Praxis anwenden können. Die Teilnehmer erwerben Kompetenzen, die für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen z. B. über Stabilitätstheorie und Asymptotik gewöhnlicher Differentialgleichungen oder über dynamische Systeme erforderlich sind.
Inhalte
Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen (bzw. Differentialgleichungssysteme) im Reellen. Dabei geht es um das Studium des lokalen als auch globalen Verhaltens der Lösungen. Es werden folgende Themenbereiche behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explizite Integrationsmethoden</li> <li>• Existenz- und Eindeigkeitssätze</li> <li>• Globale Lösungen</li> <li>• Lineare Differentialgleichungen und -gleichungssysteme</li> <li>• Stetige und differenzierbare Abhängigkeit von den Daten</li> <li>• Differentialgleichungen und Verwandtes</li> </ul> Die zugehörigen Übungen finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.
Prüfungsleistung
Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. 7. Aufl. Berlin: Springer 2000</li></ul> Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Differentialgeometrie 1</b>		PHYSIK-BX-E2-DF	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Ulrich Dierkes		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden lernen die Krümmungsgrößen geometrischer Objekte (Kurven und Flächen) und deren tieferliegende Eigenschaften (Theorema egregium) kennen. Im Satz von Gauß-Bonnet gewinnen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Disziplinen (wie Analysis-Geometrie-Topologie). Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare aus der Differentialgeometrie, der partiellen Differentialgleichungen und der algebraischen Geometrie.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokale Kurventheorie im <math>R^n</math> oder <math>R^3</math></li> <li>• Hauptsatz der Kurventheorie</li> <li>• Lokale Flächentheorie im <math>R^3</math></li> <li>• Hauptsatz der Flächentheorie</li> <li>• Theorema Egregium</li> <li>• Geodätische Linien</li> </ul> optional: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satz von Gauß-Bonnet</li> <li>• Exponentialabbildung</li> <li>• Satz von Hopf-Rinow</li> <li>• Jacobi-Felder</li> <li>• Anfänge der Riemannschen Geometrie</li> </ul> Optional können die aufgelisteten Konzepte auch von Anfang an im Kontext der Riemannschen Geometrie diskutiert werden.

<b>Prüfungsleistung</b>
Vorleistung: Lösen von Übungsaufgaben. Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• do Carmo: Diff. Geom. of curves and Surfaces. Prentice Hall 1976</li><li>• W. Kühnel: Differentialgeometrie. Vieweg 1999</li><li>• W. Klingenberg: Eine Vorlesung über Differentialgeometrie. Springer 1973</li><li>• do Carmo: Riemannian Geometry. Springer 1992</li></ul> <p>Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.</p>
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik		PHYSIK-BX-E2	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Funktionalanalysis 1</b>		PHYSIK-BX-E2-FA	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Prof. Dr. Petra Wittbold		Mathematik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS oder SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS
Lernergebnisse / Kompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen und Anwenden der funktionalanalytischen Grundbegriffe</li> <li>• Die aufgeführten Lehrinhalte sollen beherrscht und in den begleitenden Übungen selbständig vertieft werden.</li> <li>• Das Modul kann als Vorbereitung dienen für anschließende Seminare aus der Funktionalanalysis oder für weiterführende Vorlesungen aus den Gebieten der Differentialgleichungen, der Numerik, der Optimierung und der Stochastik.</li> </ul>
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Vektorräume, insbesondere Banachräume; lineare Operatoren und Funktionale</li> <li>• Grundprinzipien der Funktionalanalysis und Anwendungen: Satz von Baire, Satz von Banach-Steinhaus, Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Graphen</li> <li>• Die Sätze von Hahn-Banach, Trennung konvexer Mengen</li> <li>• Dualitätstheorie, insbes. schwache Konvergenz und Reflexivität</li> <li>• Differenzierbarkeit von Funktionen mit Werten in Banachräumen</li> <li>• Kompakte Operatoren und deren Spektrum, Fredholmsche Alternative</li> <li>• Hilberträume: Satz von Riesz-Fréchet, Satz von Lax-Milgram</li> </ul> <p>Die Übungen zur Funktionalanalysis finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesung wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.</p>
Prüfungsleistung
Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung am Semesterende. Der Vorlesende gibt die Prüfungsmodalitäten am Anfang des Semesters bekannt.

## Modulhandbuch BA Physik

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• D. Werner, Funktionalanalysis, Springer</li></ul> Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung



# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften</b>	PHYSIK-BX-E2
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
E. Amann	Wirtschaftswissenschaften

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1 - 6	30 Wochen	WP	6 - 11

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Einführung in die Wirtschaftswissenschaften 1	WP	6	270 h	9
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse im Bereich der Wirtschaftswissenschaften
davon Schlüsselqualifikationen
.

Prüfungsleistungen im Modul
Siehe Lehrveranstaltung
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht ein

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>		<b>Modulcode</b>	
Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		<b>Veranstaltungscode</b>	
<b>Einführung in die Wirtschaftswissenschaften 1</b>		PHYSIK-BX-E2-Wiwi	
<b>Lehrende/r</b>		<b>Lehreinheit</b>	<b>Belegungstyp (P/WP/W)</b>
Dozenten des FB Wirtschaftswissenschaften		Wirtschaftswissenschaften	WP

<b>Vorgesehenes Studiensemester</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>	<b>Sprache</b>	<b>Gruppengröße</b>
1 - 6	WS	Deutsch	

<b>SWS</b>	<b>Präsenzstudium</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Aufwand</b>	<b>Credits</b>
6	90 h	180 h	270 h	9 Cr

<b>Lehrform</b>
Vorlesung (2+2) und Übung (2)
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
.
<b>Inhalte</b>
Einführung in die Volkswirtschaftslehre (2 V + 2 Ü), Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre.
<b>Prüfungsleistung</b>
Die Veranstaltung wird vorlesungsbegleitend geprüft, wobei einzelne Teile des Moduls getrennt bewertet werden und jede Teilprüfung bestanden werden muss.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> </ul>
<b>Weitere Informationen zur Veranstaltung</b>

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik</b>	PHYSIK-BX-E2
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Elektrotechnik	Ingenieurwissenschaften

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1 - 6	30 Wochen	WP	6 - 11

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Elektronische Bauelemente	WP	3	110 h	4
II	Grundlagen elektronischer Schaltungen	WP	3	110 h	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			6	220h	8

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erwerben überblicksmäßige Kenntnisse im Bereich Elektronik.
davon Schlüsselqualifikationen
.

Prüfungsleistungen im Modul
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht ein

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Elektronische Bauelemente</b>		PHYSIK-BX-E2-EIB	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Tegude		Elektrotechnik und Informationstechnik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
5	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	45 h	65 h	110 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung (2SWS) + Übung
Lernergebnisse / Kompetenzen
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.
Prüfungsleistung
Schriftliche Klausur, 120 Minuten. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F.J.Tegude, Festkörperelektronik, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen, 2004</li> <li>• K.-H. Rumpf, K.Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente – Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987</li> </ul>

## Modulhandbuch BA Physik

- K.Bystron, J.Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990
- R.S. Muller, T.I.Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7
- H.Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7
- 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		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Grundlagen elektronischer Schaltungen</b>		PHYSIK-BX-E2- GES	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Kokozinski		Elektrotechnik und Informationstechnik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3-5	SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	65 h	110 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung + Übung
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektronischen Schaltungen können sie anwenden.
Inhalte
<p>I. Grundlagen der Schaltungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Analysemethoden für elektronische Schaltungen: Netzwerktransformation, nützliche Theoreme</li> <li>· Arbeitspunkteinstellung und Kleinsignalbetrieb: Begriff des Arbeitspunktes, Linearisierung, Arbeitspunkt, Kleinsignalanalyse</li> </ul> <p>II. Verstärker und Rückkopplung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· elementare Grundsaltungen für Verstärker: Verstärkerstufen, Differenzverstärker, Impedanzwandler, Stromquellen, Stromspiegel, Phasenaddierstufen, Ausgangsstufen</li> <li>· Rückkopplung und Stabilität: Mitkopplung und Gegenkopplung, Ringverstärkung und Betriebsverstärkung, Bodediagramm, Nyquist-Kriterium, Phasen- und Amplitudenrand</li> <li>· Operationsverstärker: Idealer Operationsverstärker, realer Operationsverstärker, praktische Beispiele, Kenndaten</li> <li>· Frequenzgangkompensation: Dominante Pole, Lead-Lag-Kompensation, Pol-Nullstellen-Kompensation</li> </ul>

- lineare Signalverarbeitung mit Operationsverstärkern: invertierender und nicht-invertierender 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

### Prüfungsleistung

Klausurarbeit mit einer Dauer von 60 Minuten.

### Literatur

- 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.

### Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.uni-duisburg.de/FB9/MES/>

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung</b>	PHYSIK-BX-E2
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Elektrotechnik	Ingenieurwissenschaften

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1 - 6	30 Wochen	WP	6 - 11

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Nanocharakterisierung 1	WP	3	120 h	4
II	Nanocharakterisierung 2	WP	3	120 h	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			<b>6</b>	<b>240 h</b>	<b>8</b>

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>
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 für die jeweilige Fragestellung und Spezifikation an die Messung geeignet ist.
davon Schlüsselqualifikationen
.

<b>Prüfungsleistungen im Modul</b>
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht ein



# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Nanocharakterisierung 1</b>		PHYSIK-BX-E2-NChar1	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Bacher, Kümmell		Elektrotechnik und Informationstechnik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	75 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung + Übung
Lernergebnisse / Kompetenzen
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: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronenmikroskope: Aufbau und Funktion, Wechselwirkungsprodukte</li> <li>• Analyse von Topographie, Struktur und Zusammensetzung über Rasterelektronenmikroskopie (Sekundärelektronen, Rückgestreute Elektronen), Rastertransmissionselektronenmikroskopie (Hellfeld, Dunkelfeld, Z-Kontrast)</li> </ul>

## Modulhandbuch BA Physik

- 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.

### Prüfungsleistung

Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten.

### Literatur

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

### Weitere Informationen zur Veranstaltung

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

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung		PHYSIK-BX-E2	
<b>Veranstaltungsname</b>		Veranstaltungscode	
<b>Nanocharakterisierung 2</b>		PHYSIK-BX-E2-NChar2	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Bacher, Kümmell		Elektrotechnik und Informationstechnik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1 - 6		Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
3	45 h	75 h	120 h	4 Cr

Lehrform
Vorlesung + Übung
Lernergebnisse / Kompetenzen
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> <p>Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&amp;E-Fragestellungen diskutiert.</p>

## Modulhandbuch BA Physik

Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley &amp; Sons, 1994</li><li>• Bauer/Richter (eds.): Optical Characterization of Epitaxial Semiconductor Layers, Springer Verlag Berlin, 1996</li><li>• W. Demtröder: Laserspektroskopie, Springer Verlag Berlin, 2004</li><li>• Skript zur Vorlesung</li></ul>
Weitere Informationen zur Veranstaltung
<a href="http://www.uni-due.de/wet/">http://www.uni-due.de/wet/</a>

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Modulname</b>	Modulcode
<b><i>Studium Liberale - E3</i></b>	PHYSIK-BX-E3
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Dozenten Universität Duisburg-Essen	IOS

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1 - 4		WP	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	
Keine	Ba	Ba

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Lehrveranstaltungen aus dem Lehrangebot der Universität Duisburg- Essen	WP	variiert	variiert	6 - 11
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>					6 - 11

Lernergebnisse / Kompetenzen
Erweiterung der Allgemeinbildung Die Studierenden erweitern ihre Sichtweise und schärfen ihr intellektuelles Profil.
davon Schlüsselqualifikationen

Prüfungsleistungen im Modul
Wird zu Beginn des jeweiligen Kurses bekannt gegeben.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht ein.

# **Bachelor-Arbeit**

# Modulhandbuch BA Physik

Modulname	Modulcode
<b>Bachelor-Arbeit</b>	PHYSIK-B6-BT
Modulverantwortliche/r	Fachbereich
Studiendekan der Fakultät für Physik	Physik

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau (Ba/Ma)
Physik	Ba

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
6	12 Wochen	P	12

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Mindestens 140 Credits im Bachelor Studiengang Physik (§ 21 Abs. 2 PO)	

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Bachelor-Arbeit	P	-	360	12
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>			-	360	12

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind dazu befähigt, eine geeignete wissenschaftliche Aufgabenstellung unter zeitlichen Vorgaben zu lösen und ihre Ergebnisse in schriftlicher Form zu präsentieren. Sie können das im Studium erworbene Wissen eigenverantwortlich ergänzen und vertiefen. Dabei können sie auch neue Tendenzen auf ihrem Fachgebiet erkennen und deren Methodik - ggfs. nach weiterer Qualifikation - in ihre weitere Arbeit einbeziehen..
davon Schlüsselqualifikationen
Projektmanagement, Zeitmanagement, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis

Prüfungsleistungen im Modul
Bachelor-Arbeit, vom Betreuer und einem zweiten Prüfer bewertet.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Die Note der Bachelor-Arbeit geht mit dem Gewicht <b>12 Cr</b> in die Gesamtnote ein.

## Modulhandbuch BA Physik

Modulname		Modulcode	
Bachelor-Arbeit		PHYSIK-B6-BT	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
<b>Bachelor-Arbeit</b>		PHYSIK-B6-BT	
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozenten der Physik		Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
6	SS und WS	Deutsch oder Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
			360 h	12 Cr

Lehrform
Die Bachelor-Arbeit ist eine Prüfung, bei der der/dem Studierenden persönlich von ihrem/seinem Betreuer eine Fragestellung zugewiesen wird. Innerhalb von 12 Wochen ist dieses Problem mit wissenschaftlichen Methoden selbständig zu lösen und schriftlich darzustellen.
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage, eine begrenzte physikalische Problemstellung mit wissenschaftlichen Methoden (unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis) zu bearbeiten. Sie sind fähig, ein Projekt zu planen und unter Zeitvorgaben durchzuführen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammen zu fassen. Sie können die wesentlichen Ergebnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.
Inhalte
Das Thema der Arbeit wird individuell vergeben.
Prüfungsleistung
Bachelor-Arbeit, vom Betreuer und einem zweiten Prüfer bewertet.
Literatur
Wird individuell zugeteilt.
Weitere Informationen zur Veranstaltung



# Modulhandbuch BA Physik

## **Legende**

### Modulcode

Studiengang-AbschlusstypSemester-Modulabkürz.

### Veranstaltungscode

Studiengang-AbschlusstypSemester-Modulabkürz.-Veranstaltungsabkürz.

### Modulniveau (Ba/Ma)

Ba Bachelor  
Ma Master

### Modultyp

#### Belegungstyp

P Pflicht  
WP Wahlpflicht  
W Wahl

### Angebotshäufigkeit

WS Wintersemester  
SS Sommersemester

### SWS

Semesterwochenstunden

### Aufwand

h Stunden  
Cr Credits (ECTS<sup>1</sup>)-Credits (§ 11 PO<sup>2</sup>)

### Lehrform

V Vorlesung  
Üb Übung  
Pr Praktikum  
Pj Projekt  
Se Seminar  
K Kolloquium  
Ex Exkursion

### Präsenzstudium

Bei der Berechnung der Präsenzzeit wird eine SWS mit 45 Minuten als eine Zeitstunde mit 60 Minuten gewertet. Dies stellt sicher, dass ein Raumwechsel und evt. Fragen an Lehrende Berücksichtigung finden.

<sup>1</sup>) European Credit Transfer and Accumulation System

<sup>2</sup>) Prüfungsordnung Bachelor-Studiengang Physik

**Studienplan: Module und Veranstaltungen**

Modulname	Cr	Semester	Lehrveranstaltungen (LV)	Cr	P / WP	Lehrform	SWS	Prüfung
Experimentalphysik 1	9	1	Grundlagen der Physik 1	6	x	V	4	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
			Physikalisches Anfängerpraktikum 1	3	x	Pr	4	
Mathematik für Physiker 1	9	1	Mathematik für Physiker 1	9	x	V	4	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
Theoretische Physik 1	8	1	Newton'sche Mechanik	8	x	V	2	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
			Mathematische Methoden der Physik 1		x	V	2	
			Übung			Üb	2	
Experimentalphysik 2	9	2	Grundlagen der Physik 2	6	x	V	4	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
			Physikalisches Anfängerpraktikum 2	3	x	Pr	4	
Mathematik für Physiker 2	9	2	Mathematik für Physiker 2	9	x	V	4	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
Theoretische Physik 2	9	2	Fortgeschrittene Mechanik	9	x	V	2	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
			Computerübung		x	Pr	1	
			Mathematische Methoden der Physik 2		x	V	2	
			Übung			Üb	2	
Experimentalphysik 3	9	3	Grundlagen der Physik 3	6	x	V	4	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
			Physikalisches Anfängerpraktikum 3	3	x	Pr	4	
Mathematik für Physiker 3	9	3	Mathematik für Physiker 3	9	x	V	4	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
Theoretische Physik 3	10	3	Elektrodynamik	10	x	V	4	Klausur
			Übung		x	Üb	2	
			Computerübung		x	Pr	1	
Experimentalphysik 4	9	4	Grundlagen der Physik 4	6	x	V	4	mündliche Prüfung
			Übung		x	Üb	2	
			Physikalisches Anfängerpraktikum 4	3	x	Pr	4	
Mathematik für Physiker 4	9	4	Mathematik für Physiker 4	9	x	V	4	mündliche Prüfung
			Übung		x	Üb	2	
Theoretische Physik 4	10	4	Quantenmechanik	10	x	V	4	Klausur oder mdl. Prüfung
			Übung		x	Üb	2	
			Computerübung		x	Pr	1	
Experimentalphysik 5	9	5	Einführung in die Festkörperphysik	6	x	V	4	mündliche Prüfung
			Übung		x	Üb	3	
			Kern- und Elementarteilchenphysik	3	x	V	2	
			Übung		x	Üb	1	

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Theoretische Physik 5</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	Statistische Physik	<b>9</b>	<b>x</b>	<b>V</b>	<b>4</b>	<b>mündliche Prüfung</b>	
			Übung			<b>x</b>	<b>Üb</b>		<b>2</b>
<b>Praktikum für Fortgeschrittene</b>	<b>12</b>	<b>5-6</b>	Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum	<b>3</b>	<b>x</b>	<b>Se</b>	<b>2</b>	<b>keine</b>	
			Fortgeschrittenenpraktikum	<b>9</b>	<b>x</b>	<b>Pr</b>	<b>8</b>		
<b>Physikalische Vertiefung</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	Moderne Messmethoden der Physik	<b>4</b>	<b>1/2</b>	<b>V+Üb</b>	<b>3+2</b>	<b>mündliche Prüfung</b>	
			Computersimulation	<b>4</b>		<b>V+Üb</b>	<b>2+3</b>		
		<b>6</b>	<b>6</b>	Grundlagen der Optik	<b>2</b>	<b>1/6</b>	<b>V</b>		<b>2</b>
				Grundlagen der Oberflächenphysik	<b>2</b>		<b>V</b>		<b>2</b>
				Grundlagen des Magnetismus	<b>2</b>		<b>V</b>		<b>2</b>
				Grundlagen der Halbleiterphysik	<b>2</b>		<b>V</b>		<b>2</b>
				Grundlagen der Plasmaphysik	<b>2</b>		<b>V</b>		<b>2</b>
				Grundlagen der Astrophysik	<b>2</b>		<b>V</b>		<b>2</b>
<b>Schlüssel-qualifikationen - E1</b>	<b>6-11</b>	<b>1-6</b>	Programmierkurs	<b>2</b>	<b>x</b>	<b>Pr</b>	<b>2</b>	<b>keine</b>	
			Veranstaltung IOS (z.B. Sprachkurs)	<b>3</b>		<b>V/Se/Pj</b>	<b>2</b>		
			Projektplanung und Präsentation	<b>4</b>	<b>x</b>	<b>Se</b>	<b>2</b>		
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Chemie</b>	<b>6-11</b>	<b>1-6</b>	Einführung in die Chemie (Allgemeine Chemie)	<b>5</b>		<b>V+Üb+Pr</b>	<b>6</b>	<b>keine</b>	
			Praktikum Allgemeine Chemie	<b>3</b>		<b>Pr</b>	<b>5</b>		
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Informatik</b>	<b>6-11</b>	<b>1-6</b>	Grundlegende Programmiertechniken	<b>4</b>		<b>V+Üb</b>	<b>3</b>		
			Fortgeschrittene Programmiertechniken	<b>4</b>		<b>V+Üb</b>	<b>3</b>		
			Rechnernetze- und Kommunikations-systeme	<b>4</b>		<b>V+Üb</b>	<b>3</b>		
			Sicherheit in Kommunikationsnetzen	<b>4</b>		<b>V+Üb</b>	<b>3</b>		
			Software-Technik	<b>8</b>		<b>V+Pr</b>	<b>6</b>		
			Datenstrukturen und Algorithmen	<b>8</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Mathematik</b>	<b>6-11</b>	<b>1-6</b>	Analysis 3	<b>9</b>	<b>1/X</b>	<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
			Numerik 1	<b>9</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
			Optimierung 1	<b>9</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
			Kryptographie 1	<b>9</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
			Funktionentheorie 1	<b>9</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
			Gewöhnliche Differentialgleichungen 1	<b>9</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
			Differentialgeometrie 1	<b>9</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		
			Funktionalana 1	<b>9</b>		<b>V+Üb</b>	<b>6</b>		

# Modulhandbuch BA Physik

<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Wirtschaftswissenschaften</b>	<b>6-11</b>	1-6	Einführung in die Wirtschaftswissenschaften I	9		V+Üb	6	
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Elektronik</b>	<b>6-11</b>	1-6	Elektronische Bauelemente	4		V+Üb	3	
			Grundlagen elektronischer Schaltungen	4		V+Üb	3	
<b>Allgemeinbildende Grundlagen: Nanocharakterisierung</b>	<b>6-11</b>	1-6	Nanocharakterisierung 1	3		V+Üb		
			Nanocharakterisierung 2	3		V+Üb		
			Praktikum der Nanocharakterisierung	2		Pr		
<b>Studium Liberale - E3</b>	<b>6-11</b>	1-6	Veranstaltung IOS	3	2/X	V/Se/Pj	4	keine
<b>Bachelor-Arbeit</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	Bachelor-Arbeit					
<b>Summe Credits</b>	<b>180</b>							

<b>Cr</b>	Credits
<b>P</b>	Pflichtkurse: x
<b>WP</b>	Wahlpflichtkurse: Summe der zu wählenden Credits
V	Vorlesung
Üb	Übung
Pr	Praktikum
Pj	Projekt
Se	Seminar
K	Kolloquium
Ex	Exkursion
<b>SWS</b>	Semesterwochenstunden