

---

# **Modulhandbuch**

## **Bachelorstudiengang Physik**

### **Mathematisch-Naturwissenschaftlich- Technische Fakultät**

**Sommersemester 2025**

**Prüfungsordnung vom 10.6.2009**

---

**Die weiteren Verwendungsmöglichkeiten der Module in anderen Studiengängen  
können Sie im Digicampus einsehen.**

---

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1) Kernfach Experimentalphysik (ECTS: 66)

Version 2 (seit SoSe22)

PHM-0001: Physik I (Mechanik, Thermodynamik) (8 ECTS/LP , Pflicht).....	5
PHM-0003: Physik II (Elektrodynamik, Optik) (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	7
PHM-0005: Physik III (Atom- und Molekülphysik) (8 ECTS/LP , Pflicht).....	9
PHM-0006: Physik IV (Festkörperphysik) (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	12
PHM-0007: Physik V (Kern- und Teilchenphysik) (6 ECTS/LP , Pflicht).....	15
PHM-0009: Physikalisches Anfängerpraktikum (24 Versuche) (16 ECTS/LP , Pflicht) * .....	17
PHM-0013: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (12 Versuche) (12 ECTS/LP , Pflicht) * .....	20

## 2) Kernfach Theoretische Physik (ECTS: 34)

Version 1 (seit SoSe15)

PHM-0015: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) (8 ECTS/LP , Pflicht).....	22
PHM-0016: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2) (10 ECTS/LP , Pflicht) * .....	25
PHM-0018: Theoretische Physik III (Thermodynamik, Statistische Physik) (8 ECTS/LP , Pflicht).....	29
PHM-0019: Theoretische Physik IV (Feldtheorie) (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	32

## 3) Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren (ECTS: 8)

Version 2 (seit SoSe16)

Hinweis: Es sind 4 LP im Bereich WAP1 und 4 LP im Bereich WAP2 zu erbringen.

### a) WAP1: Arbeits- und Präsentationstechniken (ECTS: 4)

Version 1 (seit SoSe16)

PHM-0021: Einführung in LaTeX (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	34
PHM-0023: Seminar über Physik im Alltag (4 ECTS/LP , Wahlpflicht) * .....	36

### b) WAP2: Seminar Schwerpunkt Forschung (ECTS: 4)

Version 1 (seit SoSe16)

PHM-0024: Seminar über Spezielle Probleme der Quantentheorie (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	38
PHM-0025: Seminar über Theoretische Physik vieler Teilchen (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	40
PHM-0026: Seminar über Spezielle Probleme der Festkörperphysik (4 ECTS/LP , Wahlpflicht) * .....	42
PHM-0027: Seminar über Physikalische Grundlagen der Energieversorgung (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	44

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

PHM-0028: Seminar über Analysemethoden der Festkörperphysik an Großforschungseinrichtungen (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	46
PHM-0029: Seminar über Glasübergang und Glaszustand (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	48
PHM-0030: Seminar über Leuchtstoffe in modernen Anwendungen (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	50
PHM-0031: Seminar über Festkörperspektroskopie (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	52
PHM-0200: Seminar über Energieträger im Zeitalter des Klimawandels (4 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	54

## 4) Kernfach Mathematik (ECTS: 38)

### Version 1 (seit SoSe15)

Hinweis: Das Modul "Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler und Physiker" (MTH-6110) wird von einem Dozenten/einer Dozentin der Mathematik angeboten und ist speziell für Materialwissenschaftler, Physiker, Wirtschaftsingenieure und Ingenieurinformatiker konzipiert. Das Modul "Einführung in die Numerik" (MTH-1130, 9 LP) ist ein - um ein Semester versetztes - Alternativangebot für Studierende im Bachelorstudiengang Physik, die freiwillig vertiefte Kenntnisse und Fähigkeiten in der numerischen Mathematik erwerben möchten und/oder ihr Studium individuell gestalten wollen. Da die Prüfungsordnung für das Wahlpflichtmodul im Kernfach Mathematik genau 6 Leistungspunkte vorsieht, können die zusätzlichen 3 LP nicht angerechnet werden.

PHM-0033: Mathematische Konzepte I (8 ECTS/LP , Pflicht).....	56
PHM-0034: Mathematische Konzepte II (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	59
MTH-1020: Analysis I (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	62
MTH-1031: Analysis II (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	64
MTH-6110: Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler und Physiker (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) * .....	66
MTH-1130: Einführung in die Numerik (9 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	68

## 5) Nebenfach

### Version 6 (seit WS20/21)

Hinweis: Es ist das Nebenfach "Chemie" oder das Nebenfach "Informatik" zu wählen.

### a) Chemie (ECTS: 22)

#### Version 6 (seit WS20/21)

PHM-0035: Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie) (8 ECTS/LP , Pflicht).....	70
PHM-0036: Chemie II (Organische Chemie) (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	72
PHM-0037: Chemisches Praktikum für Physiker (6 ECTS/LP , Pflicht).....	74

### b) Informatik (ECTS: 22)

#### Version 6 (seit WS20/21)

Hinweis: Im Nebenfach Informatik sind die Module Informatik 1 (INF-0097, 8 LP) und Informatik 2 (INF-0098, 8 LP) sowie ein Wahlpflichtmodul zu absolvieren. Als Wahlpflichtmodul werden empfohlen:

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

Multimedia-Grundlagen I (INF-0199, 6 LP) und Systemnahe Informatik (INF-0200, 6 LP). In diesen Modulen sind die Prüfungsanforderungen für Studierende im Bachelor Physik entsprechend dem Arbeitsaufwand von 6 Leistungspunkten im Vergleich zu den entsprechenden Modulen der Informatik-Studiengänge (jeweils 8 LP) reduziert. Weitere Informatik-Module sind wählbar, siehe unten; allerdings können dabei über 6 LP hinausgehende Leistungspunkte nicht angerechnet werden.

INF-0097: Informatik 1 (8 ECTS/LP , Pflicht).....	76
INF-0098: Informatik 2 (8 ECTS/LP , Pflicht) * .....	78
INF-0199: Multimedia Grundlagen I (für B.Sc. Physik) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	81
INF-0200: Systemnahe Informatik (für B.Sc. Physik) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) * .....	83
INF-0073: Datenbanksysteme (8 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	85
INF-0133: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (8 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	87

## 6) Abschlussleistung (ECTS: 12)

Version 1 (seit SoSe15)

PHM-0038: Abschlussleistung (Bachelorarbeit und Kolloquium) (12 ECTS/LP , Pflicht).....	89
---	----

## 7) Empfohlene Zusatzveranstaltungen

Version 2 (seit WS18/19)

PHM-0039: Vorkurs Mathematik für Physiker und Materialwissenschaftler (0 ECTS/LP , Orientierung).....	91
PHM-0040: Industriepraktikum (0 ECTS/LP , Orientierung).....	93
PHM-0227: Astrophysik (0 ECTS/LP , Orientierung) * .....	94

<b>Modul PHM-0001: Physik I (Mechanik, Thermodynamik)</b> <i>Physics I (Mechanics, Thermodynamics)</i>		8 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit SoSe22) Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner		
<b>Inhalte:</b> Mechanik: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kinematik und Dynamik des Massenpunktes</li> <li>2. Erhaltungsgrößen in der Mechanik</li> <li>3. Massenpunktsysteme</li> <li>4. Mechanik starrer Körper</li> <li>5. Relativistische Mechanik</li> <li>6. Mechanische Schwingungen und Wellen</li> <li>7. Mechanik fester Körper, Flüssigkeiten, Gase</li> </ol> Thermodynamik <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Temperatur, Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>2. Kinetische Gastheorie</li> <li>3. Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <u>Fachlich:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der klassischen Mechanik, von Schwingungen und Wellen in mechanischen Systemen und der Thermodynamik (Wärmelehre und statistische Deutung).</li> </ul> <u>Methodisch:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen Fertigkeiten in einfacher Modellbildung, der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden</li> </ul> <u>Sozial/personal:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus den genannten Themenbereichen. Sie sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.</li> </ul> <u>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Training des logischen Denkens, Teamfähigkeit, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit (englischsprachiger) Fachliteratur</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Physik I (Mechanik, Thermodynamik)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Andreas Hörner <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Marcelo Alonso, Edward J. Finn: Physik (3., durchgesehene Aufl. - München [u.a.], Oldenbourg, 2000)</li><li>• Wolfgang Demtröder: Experimentalphysik I, Mechanik und Wärme (8. Auflage - Berlin [u.a.], Springer, 2018)</li><li>• David Halliday, Jearl Walker, Robert Resnick: Physik (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage - Weinheim, Wiley-VCH, 2018)</li><li>• Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik (8., korrigierte und erweiterte Auflage - Berlin, Springer Spektrum, 2019)</li><li>• Dieter Meschede: Gerthsen Physik (25. Aufl. - Berlin [u.a.], Springer Spektrum, 2015)</li></ul> <p>Bei allen Literaturvorschlägen stellt die angegebene Auflage nur die aktuellste in der Bibliothek vorhandene Version dar. Alle anderen Auflagen sind ebenso als Begleitung zum Modul geeignet.</p>
<b>Prüfung</b> <b>Physik I (Mechanik, Thermodynamik)</b> Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> nur im WiSe
<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Übung zu Physik I</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00

<b>Modul PHM-0003: Physik II (Elektrodynamik, Optik)</b> <i>Physics II (Electrodynamics, Optics)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner Prof. Dr. Jan Lipfert		
<b>Inhalte:</b> Elektrodynamik <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektrische Wechselwirkungen</li> <li>2. Magnetische Wechselwirkungen</li> <li>3. Elektrische Leitung</li> <li>4. Materie in statischen elektrischen und magnetischen Feldern</li> <li>5. Zeitabhängige elektromagnetische Felder</li> </ol> Optik <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harmonische Wellen im Raum</li> <li>2. Elektromagnetische Wellen</li> <li>3. Klassische Geometrische Optik</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <u>Fachlich:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der Elektrostatik und des Magnetismus; des weiteren die Grundbegriffe der Elektrodynamik sowie der elektromagnetischen Wellen und – daraus abgeleitet – der Optik.</li> </ul> <u>Methodisch:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen Fertigkeiten in der mathematischen Beschreibung elektromagnetischer Phänomene, Modellbildung, der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden.</li> </ul> <u>Sozial/personal:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen. Sie sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.</li> </ul> <u>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Training des logischen Denkens, Teamfähigkeit, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit (englischsprachiger) Fachliteratur</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte des Moduls Physik I		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<p><b>Moduleile</b></p>
<p><b>Moduleil: Physik II (Elektrodynamik, Optik)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Dozenten:</b> Andreas Hörner  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcelo Alonso, Edward J. Finn: Physik (3., durchgesehene Aufl. - München [u.a.], Oldenbourg, 2000)</li> <li>• Wolfgang Demtröder: Experimentalphysik II, Elektrizität und Optik (8. Auflage - Berlin [u.a.], Springer, 2013)</li> <li>• David Halliday, Jearl Walker, Robert Resnick: Physik (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage - Weinheim, Wiley-VCH, 2018)</li> <li>• Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik (8., korrigierte und erweiterte Auflage - Berlin, Springer Spektrum, 2019)</li> <li>• Dieter Meschede: Gerthsen Physik (25. Aufl. - Berlin [u.a.], Springer Spektrum, 2015)</li> </ul> <p>Bei allen Literaturvorschlägen stellt die angegebene Auflage nur die aktuellste in der Bibliothek vorhandene Version dar. Alle anderen Auflagen sind ebenso als Begleitung zum Modul geeignet.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Physik II (Elektrodynamik, Optik)</b> (Vorlesung)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Physik II (Elektrodynamik, Optik)</b>          Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet  <b>Prüfungshäufigkeit:</b>          nur im SoSe</p>
<p><b>Moduleile</b></p>
<p><b>Moduleil: Übung zu Physik II</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Übung zu Physik II</b> (Übung)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>

<b>Modul PHM-0005: Physik III (Atom- und Molekülphysik)</b> <i>Physics III (Atomic and Molecular Physics)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS10/11) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Die Vorlesung gibt einen grundlegenden Überblick über die Aspekte der Atom- und Molekülphysik. Die Vorlesung ist dabei wie folgt gegliedert:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung der Atomvorstellung</li> <li>2. Entwicklung der Quantenphysik</li> <li>3. Grundlagen der Quantenmechanik</li> <li>4. Das Wasserstoffatom</li> <li>5. Atome mit mehreren Elektronen</li> <li>6. Emission und Absorption von elektromagnetischer Strahlung durch Atome</li> <li>7. Laser</li> <li>8. Molekülphysik</li> </ol>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><u>Fachlich:</u></p> <p>Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse im Aufbau von Atomen und Molekülen. Sie verstehen den unterschiedlichen Charakter der klassischen Physik und der Quantenphysik und sind mit dem Verhalten der Atome und Moleküle insbesondere in Magnetfeldern vertraut. Die Studierenden kennen die grundlegenden Wechselwirkungsmechanismen von elektromagnetischer Strahlung mit Materie.</p> <p><u>Methodisch:</u></p> <p>Die Studierenden lernen, das Verhalten von Atomen und Molekülen in externen Feldern zu verstehen und in einfachen Modellsystemen zu beschreiben. Sie haben die Kompetenz, quantenmechanische Fragestellungen in den genannten Bereichen selbständig zu verstehen und zu bearbeiten. Sie verstehen den grundlegenden Aufbau wissenschaftlicher Experimente, die quantenmechanische Eigenschaften von Systemen hinterfragen.</p> <p><u>Sozial/personal:</u></p> <p>Die Studierenden erkennen, dass Teamfähigkeit bei der Planung und Durchführung von Experimenten von zentraler Bedeutung ist. Sie erkennen, dass wissenschaftlicher Austausch den Schlüssel für die erfolgreiche Entwicklung der modernen Physik darstellt. Die Studierenden lernen in Übungsgruppen wissenschaftliche Probleme und Fragestellungen gemeinsam zu erörtern und zu lösen.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b>		
Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Physik I und Physik II – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Physik III (Atom- und Molekülphysik)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Lernziele:</b>  siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung der Atomvorstellung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung, Avogadro-Konstante, atomare Auflösung, Atomgröße, elektrischer Aufbau von Atomen, Massenspektrometer, innere Struktur der Atome, rutherfordisches Atommodell</li> </ul> </li> <li>2. Entwicklung der Quantenphysik <ul style="list-style-type: none"> <li>• plancksches Strahlungsgesetz, Photoeffekt, Compton-Effekt, Materiewellen, Wellenpakete, heisenbergsche Unschärfe, bohrsches Atommodell</li> </ul> </li> <li>3. Grundlagen der Quantenmechanik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schrödingergleichung, eindimensionales Teilchen, Potentialstufe, Tunneleffekt, Teilchen im Kastenpotential, harmonischer Oszillator, Teilchen im kugelsymmetrischen Potential, Drehimpuls in der Quantenmechanik</li> </ul> </li> <li>4. Das Wasserstoffatom <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schrödingergleichung für das Wasserstoffatom, Abstand Elektron zum Kern, Quantenzahlen und Entartung, normaler Zeeman-Effekt, relativistische Korrekturen, Elektronenspin, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Lamb-Shift, anomaler Zeeman-Effekt</li> </ul> </li> <li>5. Atome mit mehreren Elektronen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ununterscheidbarkeit von Teilchen, Spinwellenfunktionen, Pauliprinzip, Aufbau der Elektronenhülle, Drehimpulskopplungen, hundtsche Regeln, angeregte Atomzustände</li> </ul> </li> <li>6. Emission und Absorption elektromagnetischer Strahlung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsteinkoeffizienten, Übergangswahrscheinlichkeiten, Auswahlregeln, Röntgenstrahlen, Laserstrahlung, Linienbreiten</li> </ul> </li> <li>7. Molekülphysik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das H<sub>2</sub><sup>+</sup>-Molekül, LCAO-Näherung, Das H<sub>2</sub>-Molekül, elektronische Zustände zweiatomiger Moleküle, Rotation und Schwingung zweiatomiger Moleküle, Infrarotspektroskopie</li> </ul> </li> </ol>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demtröder, Wolfgang,  Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper,  Springer-Verlag (2016)  ISBN: 9783662490938</li> <li>• Foot, Christopher J.  Atomphysik,  Oldenbourg-Verlag (2011)  ISBN: 9783486705461</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Übung zu Physik III</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik III (Atom- und Molekülphysik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0006: Physik IV (Festkörperphysik)</b> <i>Physics IV (Solid State Physics)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordnungsprinzipien</li> <li>• Klassifizierung von Festkörpern</li> <li>• Struktur der Kristalle</li> <li>• Beugung von Wellen an Kristallen</li> <li>• Dynamik von Kristallgittern</li> <li>• Anharmonische Effekte</li> <li>• Das freie Elektronengas</li> <li>• Elektronen im periodischen Potential; Energiebänder</li> <li>• Fermi-Flächen</li> <li>• Halbleiter</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <u>Fachlich:</u> Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse im mikroskopischen Aufbau von Kristallen. Die Studierenden kennen die grundlegenden Bindungsarten in Festkörpern, sind vertraut mit der Definition von Kristallgittern und Kristallsystemen, verstehen die Ursachen, Wechselwirkungen und Auswirkungen phononischer und elektronischer Anregungen in Festkörpern und haben ein grundlegendes Verständnis über Bandstrukturen von Halbleitern. <u>Methodisch:</u> Die Studierenden lernen, wie Kristallstrukturen experimentell über Streu- und Beugungsexperimente ermittelt werden können. Sie haben die Kompetenz, selbständig Kristallstrukturen zu ermitteln und elektronische Transportphänomene in Festkörpern zu verstehen. Sie erkennen, wie emergente Phänomene in Vielteilchensystemen durch einfache Modellannahmen erklärt werden können. <u>Sozial/personal:</u> Die Studierenden erkennen, dass Teamfähigkeit bei der Planung und Durchführung von Experimenten im Bereich der Festkörperphysik von zentraler Bedeutung sind, insbesondere beispielsweise in Großforschungseinrichtungen. Die Studierenden lernen in Übungsgruppen festkörperphysikalische Fragestellungen gemeinsam zu erörtern und zu lösen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1., 2. und 3. Fachsemesters – insbesondere Physik I, II und III – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Physik IV (Festkörperphysik)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Lernziele:</b>  siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bindungskräfte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionenbindung, kovalente Bindung, metallische Bindung, van-der-Waals-Bindung, Wasserstoffbrückenbindung</li> </ul> </li> <li>2. Kristallstruktur und Symmetrie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstruktur, Symmetrie, Millerindices, Quasikristalle</li> </ul> </li> <li>3. Strukturbestimmung und reziprokes Gitter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Röntgenbeugung, Neutronenbeugung, Elektronenbeugung, elementare Streutheorie, reziprokes Gitter, Atomfaktor, Strukturfaktor, Debye-Waller-Faktor</li> </ul> </li> <li>4. Gitterschwingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elastische Eigenschaften, Phononen, lineare einatomige und zweiatomige Kette, thermische Eigenschaften von Festkörpern, Einstein-Modell, Debye-Modell, anharmonische Eigenschaften, thermische Ausdehnung, Wärmetransport</li> </ul> </li> <li>5. Elektronen im Festkörper <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermigas freier Elektronen, spezifische Wärme des Fermigases, elektronische Zustandsdichte, Fermiverteilungsfunktion, elektrischer Transport, Elektronen im schwach periodischen Potential, Elektronen im Magnetfeld, Hall-Effekt</li> </ul> </li> <li>6. Halbleiter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladungsträgerdichten, Eigenleitung, Dotieren von Halbleitern, pn-Kontakt, Diodenkennlinie, Halbleiterbauelemente</li> </ul> </li> </ol>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik (De Gruyter)</li> <li>• N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg)</li> <li>• Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)</li> <li>• W. Demtröder, Experimentalphysik 3 (Springer)</li> <li>• K.-H. Hellwege, Festkörperphysik (Springer)</li> <li>• S. Hunklinger, Festkörperphysik (Oldenbourg)</li> </ul>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Physik IV (Festkörperphysik)</b> (Vorlesung)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Modulteil: Übung zu Physik IV</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Lernziele:</b>  siehe Modulbeschreibung</p>

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Physik IV (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Physik IV (Festkörperphysik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0007: Physik V (Kern- und Teilchenphysik)</b> <i>Physics V (Nuclear and Particle Physics)</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda		
<b>Inhalte:</b> Dieses Modul vermittelt die Grundlagen der Kern- und der Teilchenphysik.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Aufbau der Atomkerne, die Grundlagen der Radioaktivität und der Kernkraft; sie sind mit den Grundzügen des Standardmodells vertraut,</li> <li>• haben die Fertigkeit erworben, grundlegende Probleme der Kern- und Teilchenphysik zu verstehen,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Physikalischer Hintergrund zu aktuellen gesellschaftlichen Fragen im Bereich der Kernenergie</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen der ersten vier Fachsemester – insbesondere der Vorlesung Physik III – auf.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Physik V (Kern- und Teilchenphysik)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 3,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Atomkerne</li> <li>• Radioaktivität</li> <li>• Kernkräfte und Kernmodelle</li> <li>• Kernreaktionen</li> <li>• Elementarteilchenphysik</li> </ul>

**Literatur:**

- W. Demtröder, Experimentalphysik IV: Kern-, Teilchen- und Astrophysik (Springer)
- B. Povh u.a., Teilchen und Kerne (Springer)
- K. Bethge, Kernphysik (Springer)
- J. Bleck-Neuhaus, Elementare Teilchen (Springer)
- S. Wong, Introductory Nuclear Physics (Wiley-VCH)
- M. Thomson, Modern Particle Physics (Cambridge)
- T. Mayer-Kuckuk, Kernphysik. Eine Einführung (Teubner)

**Modulteil: Übung zu Physik V**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik V (Kern- und Teilchenphysik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0009: Physikalisches Anfängerpraktikum (24 Versuche)</b> <i>Physikalisches Anfängerpraktikum (24 Versuche)</i>		16 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christine Kuntscher Leitender Assistent: Serto Rojewski		
<b>Inhalte:</b> Laborversuche aus den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Optik und Elektrizitätslehre		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <u>Fachlich:</u> Die Studierenden kennen die theoretischen experimentellen Grundlagen der klassischen Physik, insbesondere in den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik und Optik, und haben Grundkenntnisse der physikalischen Messtechnik. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen. <u>Methodisch:</u> Sie sind in der Lage, sich mittels Literaturstudium in eine physikalische Fragestellung einzuarbeiten, ein vorgegebenes Experiment aufzubauen und durchzuführen, sowie die Ergebnisse dieser experimentellen Fragestellung mathematisch und physikalisch zu beschreiben, und besitzen die Kompetenz, ein experimentelles Ergebnis unter Einbeziehung einer realistischen Fehlerabschätzung und durch Vergleich mit Literaturdaten zu bewerten und einzuordnen. <u>Sozial/personal:</u> Die Studierenden lernen grundlegende Formen wissenschaftlicher Arbeitsweisen kennen. Das Anfängerpraktikum stellt einen ersten praktischen Kontakt mit den gelernten physikalischen Grundlagen her. Die Gruppenarbeit fördert die Teamfähigkeit und weckt fachliche Neugier.		
<b>Bemerkung:</b> Weitere Informationen, insbesondere zur rechtzeitigen Anmeldung: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/mntf/physik/groups/exp2/lehre/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/mntf/physik/groups/exp2/lehre/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 480 Std. 180 Std. Praktikum (Präsenzstudium) 300 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Praktikum baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Physik I und II – auf.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> 24 mindestens mit „ausreichend“ bewertete Versuchsprotokolle
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich - Beginn jedes WS	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 12,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Physikalisches Anfängerpraktikum (24 Versuche)</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich Beginn jedes WS <b>SWS:</b> 12,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

M1: Drehpendel  
M2: Dichte von Flüssigkeiten und Festkörpern  
M3: Maxwellsches Fallrad  
M4: Kundtsches Rohr  
M5: Gekoppelte Pendel  
M6: Oberflächenspannung und dynamische Viskosität  
M7: Windkanal  
M8: Richtungshören  
M9: Phasengeschwindigkeit von stehenden Wellen  
W1: Elektrisches Wärmeäquivalent  
W2: Siedepunkterhöhung  
W3: Kondensationswärme von Wasser  
W4: Spezifische Wärmekapazität von Wasser  
W5: Adiabatenexponent  
W6: Dampfdruckkurve von Wasser  
W7: Wärmepumpe  
W8: Sonnenkollektor  
W9: Thermoelektrische Effekte  
W10: Wärmeleitung  
O1: Brennweite von Linsen und Linsensystemen  
O2: Brechungsindex und Dispersion  
O3: Newtonsche Ringe  
O4: Abbildungsfehler von Linsen  
O5: Polarisierung  
O6: Lichtbeugung  
O7: Optische Instrumente  
O8: Lambertsches Gesetz  
O9: Stefan-Boltzmann-Gesetz  
E1: Phasenverschiebung im Wechselstromkreis  
E2: Messungen mit Elektronenstrahl-Oszillograph  
E3: Kennlinien von Elektronenröhren  
E4: Resonanz im Wechselstromkreis  
E5: EMK von Stromquellen  
E6: NTC- und PTC-Widerstand  
E7: Ferromagnetische Hysterese  
E8: NF-Verstärker  
E9: Äquipotential- und Feldlinien  
E10: Induktion  
E11: Coulombsches Potential und coulombsches Feld  
E12: Elementarladung und Milikan-Versuch

**Literatur:**

- W. Demtröder, Experimentalphysik 1-4 (Springer)
- D. Meschede, Gerthsen Physik (Springer)
- R. Weber, Physik I (Teubner)
- W. Walcher, Praktikum der Physik (Teubner)
- H. Westphal, Physikalisches Praktikum (Vieweg)
- W. Illberg, D. Geschke, Physikalisches Praktikum (Teubner)
- Bergmann, Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik 1-3 (de Gruyter)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Physikalisches Anfängerpraktikum (24 Versuche)** (Praktikum)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

## Prüfung

### Praktikumsprotokolle

Praktikumsprotokoll / Prüfungsdauer: 1 Wochen, benotet

#### Beschreibung:

Das Praktikum muss innerhalb von zwei Semestern abgeschlossen werden. Jeder Studierende muss **24 Versuche** durchführen.

Zu jedem Versuch ist innerhalb von 1 Woche ein Protokoll zu erstellen, in dem die physikalischen Erwartungen des Versuchs, der Versuchsaufbau, der Versuchsverlauf sowie die Ergebnisse und ihre Interpretation dokumentiert sind.

Sowohl die Abfrage zu Beginn als auch die schriftliche Ausarbeitung eines Versuchs werden zu gleichen Anteilen gewertet. Die Abschlussnote wird aus dem Mittelwert aller 24 Versuche errechnet.

<b>Modul PHM-0013: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (12 Versuche)</b> <i>Advanced Physics Laboratory Course (12 experiments)</i>	12 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht Dr. Matthias Schreck	
<b>Inhalte:</b> Das Praktikum gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil, der während der Vorlesungszeit (jeweils mittwochs ganztägig) stattfindet, sind 7 Versuche u. a. aus den Feldern Kernphysik, Festkörperphysik, Plasmaphysik, Molekülphysik etc. durchzuführen. Eine Kurzbeschreibung zu den aktuell verfügbaren Versuchen findet sich auf der FP-Webseite, siehe unten.  Im zweiten Teil sind 5 Elektronikversuche in einem Blockpraktikum i. d. R. zu Beginn der Semesterferien durchzuführen. Die Leitung dieses Praktikumsteils liegt beim Lehrstuhl Experimentalphysik I.	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die theoretischen und experimentellen Grundlagen der Festkörperphysik und der Quantenmechanik und sind mit den gängigen Methoden der physikalischen Messtechnik vertraut.</li> <li>• Sie sind in der Lage, sich in ein Spezialgebiet der Physik einzuarbeiten und vertiefte Versuche aus diesem Spezialgebiet selbständig durchzuführen und auszuwerten.</li> <li>• Sie besitzen die Kompetenz, physikalische Fragestellungen mittels geeigneter experimenteller Methoden zu untersuchen, die Versuchsergebnisse zu analysieren und theoretisch zu interpretieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>	
<b>Bemerkung:</b> Weitere Informationen:  <a href="https://www.uni-augsburg.de/en/fakultaet/mntf/physik/groups/exp4/teaching/fp/">https://www.uni-augsburg.de/en/fakultaet/mntf/physik/groups/exp4/teaching/fp/</a>	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 360 Std. 120 Std. Praktikum (Präsenzstudium) 240 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse aus Physik I – V, Festkörperphysik, Quantenmechanik	<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Zwölf mindestens mit „ausreichend“ bewertete Laborversuche. Jeder einzelne Versuch wird bewertet; bei der Bewertung finden folgende Kriterien mit gleichem Gewicht Anwendung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbesprechung vor dem Versuch</li> <li>• Versuchsdurchführung</li> <li>• Auswertung und schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• Abschlussbesprechung nach Rückgabe der Auswertungen</li> </ul> Die Gesamtnote für dieses Modul errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der in jedem einzelnen Versuch erzielten Bewertungen.

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 8,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: <a href="#">Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (12 Versuche)</a></b>  <b>Lehrformen:</b> Praktikum  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  <b>SWS:</b> 8,00</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b> Die Anleitungen sind elektronisch zum Download verfügbar. Weiterführende Literatur ist in den einzelnen Anleitungen angegeben.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>  <b>Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (12 Versuche)</b> (Praktikum)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>

<b>Modul PHM-0015: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1)</b> <i>Theoretical Physics I (Analytical Mechanics, Quantum Mechanics Part I)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl		
<b>Inhalte:</b> <i>Höhere Mechanik</i> 1. Newtonsche Mechanik 2. Analytische Mechanik 3. Spezielle Relativitätstheorie  <i>Quantenmechanik Teil 1</i> 4. Grundlagen 5. Eindimensionale Probleme 6. Harmonischer Oszillator		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der theoretischen Mechanik einschließlich des Lagrange- und Hamilton-Formalismus sowie der speziellen Relativitätstheorie; sie sind mit den Grundlagen der Quantentheorie und einfachen Anwendungen vertraut,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten, insbesondere mathematischen Methoden erworben,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 1. und 2. Fachsemesters – insbesondere Mathematische Konzepte I und II – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>  <b>Modulteil: Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

*Höhere Mechanik*

1. Newtonsche Mechanik

- Newtonsche Axiome, Inertialsysteme, Galilei-Transformationen
- Erhaltungssätze
- Eindimensionale Bewegung
- Zweikörperproblem, Zentralfeld
- Harmonische Bewegung eines Systems von Massenpunkten
- Bewegung eines starren Körpers

2. Analytische Mechanik

- Lagrangesche Gleichungen erster Art
- Lagrangesche Gleichungen zweiter Art
- Wirkungsfunktional, Hamiltonsches Prinzip
- Hamilton-Formalismus
- Hamilton-Jacobi-Theorie

3. Spezielle Relativitätstheorie

- Minkowskische Raum-Zeit
- Relativistische Mechanik

*Quantenmechanik Teil 1*

4. Grundlagen

- Welle-Teilchen-Dualismus
- Wellenfunktion, Operator, Messung
- Schrödinger-Gleichung

5. Eindimensionale Probleme

- Freies Teilchen
- Streuung an einer Potentialbarriere
- Gebundene Zustände

6. Harmonischer Oszillator

- Eigenfunktionen und Eigenwerte
- Matrix-Darstellung, Zeitentwicklung

**Literatur:**

- T. Fließbach, Theoretische Physik; Mechanik, Quantenmechanik (Spektrum)
- W. Greiner, Theoretische Physik; Klassische Mechanik I und II, Quantenmechanik – Einführung (Harri Deutsch)
- L. D. Landau und E. M. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band 1: Mechanik, Band 3: Quantenmechanik (Harri Deutsch)
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 1: Klassische Mechanik, Band 2: Analytische Mechanik, Band 5: Quantenmechanik – Grundlagen (Springer)

**Modulteil: Übung zu Theoretische Physik I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1)**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0016: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)</b> <i>Theoretical Physics II (Quantum Mechanics Part 1)</i>		10 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mathematische Grundlagen</li> <li>2. Die Postulate der Quantenmechanik</li> <li>3. Schrödinger-Gleichung</li> <li>4. Einfache eindimensionale Probleme</li> <li>5. Ehrenfest-Theorem</li> <li>6. Harmonischer Oszillator</li> <li>7. Heisenberg-Unschärferelation</li> <li>8. Näherungsmethoden</li> <li>9. Drehimpuls</li> <li>10. Wasserstoff-Atom</li> <li>11. Pfadintegral-Formulierung der Quantenmechanik</li> <li>12. WKB-Näherung und Limes <math>\hbar \rightarrow 0</math></li> <li>13. Geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld</li> <li>14. Spin</li> <li>15. Mehrteilchensysteme</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die konzeptionellen physikalischen und mathematischen Grundlagen und Methoden der nichtrelativistischen Quantenmechanik von Einteilchensystemen einschließlich der Postulate, auf denen sie aufbaut,</li> <li>• sind fähig, allgemeine quantenmechanische Einteilchenprobleme mathematisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Methoden, insbesondere Näherungsmethoden, zu lösen,</li> <li>• haben die Kompetenz, quantenmechanische Fragestellungen eigenständig zu erkennen und zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 300 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 150 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen Physik I - III und insbesondere Theoretische Physik I (Höhere Mechanik, Quantenmechanik Teil 1) auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

1. Mathematische Grundlagen
  - Lineare Vektorräume, Skalarprodukt, Dirac-Notation
  - Lineare Operatoren und ihre Darstellung
  - Das Eigenwertproblem für hermitesche Operatoren
  - Unendlich-dimensionale Vektorräume: der Hilbertraum
2. Die Postulate der Quantenmechanik
3. Schrödinger-Gleichung
  - Schrödinger- und Heisenberg-Darstellung
  - Basis-Transformationen
4. Einfache eindimensionale Probleme
  - Potentialtöpfe
  - Potentialstufen
  - Tunneleffekt
  - Streuzustände
5. Ehrenfest-Theorem
6. Harmonischer Oszillator
  - Lösung in der Ortsdarstellung
  - Algebraische Lösungsmethode
7. Heisenberg-Unschärferelation
  - Ableitung der Unschärferelation für zwei hermitesche Operatoren
  - Energie-Zeit-Unschärferelation
8. Näherungsmethoden
  - Stationäre Zustände
  - Zeitabhängige Störungstheorie und Goldene Regel
9. Drehimpuls
10. Wasserstoff-Atom
  - Zentralkräfte
  - Lösung in Ortsdarstellung
  - Entartung des Spektrums
11. Pfadintegral-Formulierung der Quantenmechanik
  - Pfadintegral-Postulat
  - Äquivalenz zur Schrödinger-Gleichung
12. WKB-Näherung und Limes  $\hbar$  gegen 0
13. Geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld
  - Eichtransformationen
  - Aharonov-Bohm-Effekt
14. Spin
15. Mehrteilchensysteme
  - Identische Teilchen
  - Fermionen und Bosonen

**Literatur:**

- R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics (Plenum Press)
- F. Schwabl, Quantenmechanik (Springer)
- W. Nolting, Quantenmechanik, Grundkurs Theoretische Physik, Band 5, Teil 1 und 2 (Springer)
- W. Greiner, Quantenmechanik, Teil 1, Einführung (Harri Deutsch)
- E. Merzbacher, Quantum Mechanics (Wiley)
- D. J. Griffith, Introduction to Quantum Mechanics (Pearson Prentice Hall)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Übung zu Theoretische Physik II**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Theoretische Physik II** (Tutorium)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Theoretische Physik II (Quantenmechanik Teil 2)**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0018: Theoretische Physik III (Thermodynamik, Statistische Physik)</b> <i>Theoretical Physics III (Thermodynamics, Statistical Physics)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber		
<b>Inhalte:</b> <i>Thermodynamik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Systeme</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>• Thermodynamische Potentiale</li> </ul> <i>Statistische Physik, Statistische Ensembles</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrscheinlichkeitsbegriffe und Boltzmannprinzip</li> <li>• Zugeordnete Potentiale</li> <li>• Klassische Systeme</li> <li>• Quantenstatistik</li> <li>• Schwarzkörperstrahlung</li> </ul> <i>Theorie der Phasenübergänge</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung</li> <li>• Ferromagnetismus</li> <li>• Superfluidität</li> <li>• Landau-Theorie</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu den Methoden und Konzepten der Thermodynamik und der statistischen Physik einschließlich der Beschreibung durch statistische Ensembles sowohl für klassische Systeme als auch für Quantensysteme,</li> <li>• Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe erlernter mathematischer Methoden</li> <li>• und Kompetenzen, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen des 3. und 4. Fachsemesters – insbesondere Theoretische Physik I und II – auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Theoretische Physik III (Thermodynamik, Statistische Physik)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> <i>Thermodynamik</i> 1. Thermodynamische Systeme <ul style="list-style-type: none"><li>• Zustand, Gleichgewicht</li><li>• Temperaturbegriff</li><li>• Zustandsgleichungen</li></ul> 2. Hauptsätze der Thermodynamik <ul style="list-style-type: none"><li>• Zustandsänderungen</li><li>• Carnot-Kreisprozess</li><li>• Methode der Kreisprozesse</li></ul> 3. Thermodynamische Potentiale <ul style="list-style-type: none"><li>• Zustandsvariablen</li><li>• Joule-Thomson-Prozess</li><li>• Maxwell-Relationen</li><li>• Ideales Gas</li><li>• Thermodynamisches Gleichgewicht</li><li>• Stabilität thermodynamischer Systeme</li></ul> <i>Statistische Physik, Statistische Ensembles</i> 4. Wahrscheinlichkeitsbegriffe und Boltzmannprinzip 5. Zugeordnete Potentiale 6. Klassische Systeme <ul style="list-style-type: none"><li>• Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung</li><li>• Barometrische Höhenformel</li><li>• Gleichverteilungssatz</li></ul> 7. Quantenstatistik <ul style="list-style-type: none"><li>• Ideale Quantengase</li><li>• Bose-Einstein-Statistik</li><li>• Fermi-Dirac-Statistik</li></ul> 8. Schwarzkörperstrahlung <i>Theorie der Phasenübergänge</i> 9. Klassifizierung 10. Ferromagnetismus 11. Superfluidität 12. Landau-Theorie

**Literatur:**

- T. Fließbach, Statistische Physik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik IV (Spektrum)
- W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik – Bände 4 und 6 (Springer)
- R. Becker, Theorie der Wärme (Springer)
- H.B. Callen, Thermodynamics and an introduction to thermostatics (Wiley-VCH)
- G.H. Wannier, Statistical Physics (Dover)
- R.K. Pathria, Statistical Mechanics
- L.D. Landau und E.M. Lifschitz, Band 5 – Statistische Physik (Harri Deutsch)
- L.E. Reichl, A modern course in statistical physics (Wiley-VCH)
- D. Chandler, Introduction to modern statistical mechanics (Oxford University Press)

**Modulteil: Übung zu Theoretische Physik III**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theoretische Physik III (Thermodynamik, Statistische Physik)**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0019: Theoretische Physik IV (Feldtheorie)</b> <i>Theoretical Physics IV (Classical Field Theory)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Pauly		
<b>Inhalte:</b> Elektrodynamik, elementare Feldtheorie		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Gleichungen der Elektrodynamik und deren allgemeine Lösung im Vakuum, die Struktur der Elektro- und Magnetostatik sowie die der Elektrodynamik in Materie,</li> <li>• beherrschen die wichtigsten theoretischen Methoden und Konzepte zur Lösung der Poisson- und Laplace-Gleichungen bei Randwertproblemen,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung elementarer Feldtheorien erworben</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Vorlesungen der ersten Fachsemester auf – insbesondere Physik II und Theoretische Physik I.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theoretische Physik IV (Feldtheorie)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

Elektrodynamik

- Postulate, Maxwell-Gleichungen
- Elektrostatik und Magnetostatik
- Die elektromagnetischen Potentiale, Eichtransformationen
- Die Elektrodynamik als relativistische Theorie bewegter Ladungen
- Elektromagnetische Wellen
- Allgemeine Lösung der Maxwell-Gleichungen
- Elektromagnetische Strahlung
- Wechselwirkung elektromagnetischer Felder mit Materie
- Elektromagnetische Wellen in Materie

Elementare Feldtheorie

- Schwingende Saite und Membrane
- Lagrange-Dichte, Noether-Theorem
- Konzepte der Hydrodynamik

**Literatur:**

- W. Greiner, Theoretische Physik; Bd. 2a: Hydrodynamik, Bd. 3: Theoretische Elektrodynamik, Verlag Harri Deutsch
- T. Fließbach, Elektrodynamik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik II, Spektrum Akademischer Verlag
- L. D. Landau und E. M. Lifschitz, Band 2 – Klassische Feldtheorie, 25, Band 6 – Hydrodynamik, Band 8 – Elektrodynamik der Kontinua

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theoretische Physik IV (Feldtheorie)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Vorlesungstermine: - Do, 10:00-11:30, T-1003; ab 24.4., nicht 1.5., 29.5., 19.6. - Di, 14:00-15:30, T-1003; ab 29.4., nicht 10.6. Übungsgruppen: Besprechung der Aufgaben und Lösungen 1) Mo 10:00-11:30, S-439, ab 3.5., nicht 9.6. [Francesco; in English] 2) Mo 14:00-15:30, S-439, ab 3.5., nicht 9.6. [Marc; auf Deutsch] 3) Di 10:00-11:30, S-439, ab 4.5., nicht 10.6. [Shreyas; in English] 4) Di 8:15-9:45, ab 4.5., nicht 10.6. [Artem; in English] 5) Di 12:15-13:45, T-2003, ab 4.5., nicht 10.6. [Laurin; auf Deutsch] Tutorium: Lösungseinstieg, Fragestunde 0) Mi 14:00-15:30, S-439, ab 30.4. [Vadim; in English] Hinweise: Eine Digicampus-Anmeldung für die Vorlesung genügt. Für die Übung brauchen Sie sich nicht anzumelden. Sie können jederzeit zwischen den Übungsgruppen wechseln.

**Modulteil: Übung zu Theoretische Physik IV**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Theoretische Physik IV (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Theoretische Physik IV (Feldtheorie)**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0021: Einführung in LaTeX</b> <i>Einführung in LaTeX</i>		4 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation von TeX Live</li> <li>• Einführung in Konzepte und Syntax von TeX/LuaLaTeX</li> <li>• Mathematischer Formelsatz</li> <li>• Definition eigener Befehle und Umgebungen</li> <li>• Erstellen und Einbinden von Graphiken</li> <li>• Erstellen umfangreicher wissenschaftlicher Arbeiten wie Bachelor- oder Masterarbeiten mit allen dafür wichtigen Textteilen: Inhaltsverzeichnis, Gliederung, Tabellen, mathematische Formeln, Abbildungen, Literaturverzeichnis</li> <li>• Modifikation eines LaTeX-Systems an eigene Bedürfnisse</li> <li>• Einführung in die Typografie</li> <li>• Wissenschaftliches Präsentieren mit LuaLaTeX</li> <li>• Weiterführende Konzepte von LuaLaTeX</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen fundierte Kenntnisse in Typographie und in der Bedienung des Textsatzsystems LaTeX,</li> <li>• beherrschen das Textsatzsystem LaTeX zur Erstellung ihrer Bachelor- oder Masterarbeit mit allen dazugehörigen Textteilen und</li> <li>• sind in der Lage, wissenschaftliche Texte elektronisch auszutauschen und den LaTeX-Quelltext von wissenschaftlichen Publikationen zu verstehen und zugehörige LaTeX-Vorlagen umzusetzen sowie eigenständig wissenschaftliche Präsentationen mit LaTeX zu erstellen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erstellen wissenschaftlicher Arbeiten und Publikationen und Präsentationen mit LaTeX</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Zuordnung: Modulgruppe "Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren", WAP1		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 45 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 75 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse im Umgang mit Windows/Linux/macOS, einfache Programmierkenntnisse, eventuell Kenntnisse in HTML, sind hilfreich, aber keine Voraussetzung für die Teilnahme an der Veranstaltung.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 3,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Einführung in LaTeX</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 2,00		

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- J. Schlosser, Wissenschaftliche Arbeiten schreiben mit LaTeX (mitp, 2016)
- H. Voß, Einführung in LaTeX: unter Berücksichtigung von pdfLaTeX, XLaTeX und LuaLaTeX, (lehmanns, 2016)
- H. Voß, Die wissenschaftliche Arbeit mit LaTeX: unter Verwendung von LuaTeX, KOMA-Script und Biber/BibLaTeX (lehmanns, 2021)

**Modulteil: Übung zu Einführung in LaTeX**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Einführung in LaTeX**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0023: Seminar über Physik im Alltag</b> <i>Seminar über Physik im Alltag</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Aladin Ullrich		
<b>Inhalte:</b> Physikalische Fragestellungen, die sich aus dem täglichen Gebrauch von Technik und Beobachtung der Natur ergeben.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben Kenntnisse der physikalischen Grundlagen im Alltag verwendeter technischer Geräte und auftretender Naturphänomene,</li> <li>• haben die Fertigkeit, sich die physikalischen Grundlagen im Alltag verwendeter technischer Geräte und auftretender Naturphänomene selbstständig mittels Literaturstudium zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, basierend auf physikalischen Grundlagen im Alltag verwendete technische Geräte und auftretende Naturphänomene zu verstehen und anderen zu erklären.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Zuordnung: Modulgruppe "Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren", WAP1		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Physik-Grundkurse des 1. bis 3. Fachsemesters		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Seminar über Physik im Alltag</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 2,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> Bestimmt durch Vortragsthema; wird vom Dozenten bekannt gegeben.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Seminar über Physik im Alltag</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

---

**Prüfung**

**Seminar über Physik im Alltag**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0024: Seminar über Spezielle Probleme der Quantentheorie</b> <i>Seminar on Special Problems in Quantum Theory</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl		
<b>Inhalte:</b> Die Vortragsthemen stammen überwiegend aus den folgenden Themenkreisen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanik spezieller eindimensionaler Potentiale</li> <li>• Quantenmechanik im Phasenraum</li> <li>• Zwei-Niveau-Systeme und ihre Anwendungen</li> <li>• Verschränkung und ihre Anwendungen</li> <li>• Semiklassische Näherung</li> <li>• Wegintegraldarstellung der Quantenmechanik</li> <li>• Symmetrien in der Quantenmechanik</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse der Denkweisen und Methoden der Quantenmechanik.</li> <li>• Sie haben die Fertigkeit, sich weitgehend selbständig in ein begrenztes Spezialgebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen.</li> <li>• Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen Themas. Sie können ihre Ergebnisse strukturiert darstellen und in der Diskussion vertreten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern und Originalliteratur; Fähigkeit, eine Präsentation zu erstellen und ein Thema in der Diskussion zu vertreten</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte der Module Theoretische Physik I und II (Mechanik, Quantenmechanik) sowie Grundkenntnisse aus Physik I – III		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich idR im WS	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Spezielle Probleme der Quantentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich idR im WS <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Je nach Themenwahl werden spezifische Literaturempfehlungen, überwiegend aus der englischsprachigen Originalliteratur, gegeben.		

**Prüfung**

**Seminar über Spezielle Probleme der Quantentheorie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0025: Seminar über Theoretische Physik vieler Teilchen</b> <i>Seminar on Theoretical Many-Body Physics</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10 bis SoSe22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systeme mit diskreten Freiheitsgraden</li> <li>• Systeme mit kontinuierlichen Freiheitsgraden</li> <li>• Molekularfeld-Näherung</li> <li>• Störungsrechnung</li> <li>• Boltzmann-Gleichung</li> <li>• Bose-Einstein-Kondensation und Suprafluidität</li> <li>• Renormierungsgruppentheorie</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Konzepte der Quantenmechanik und der Statistischen Physik anzuwenden.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit, die wesentlichen Aspekte eines physikalischen Problems zu identifizieren und ihren Mitstudierenden zu erklären.</li> <li>• Die Studierenden können selbständig ein für sie neues Thema erarbeiten und in einem Vortrag darstellen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern und Originalliteratur; Fähigkeit, eine Präsentation zu erstellen und ein Thema in der Diskussion zu vertreten</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Die Vortragsthemen werden in Absprache mit den Studierenden vergeben.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte der Module Theoretische Physik I - III		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich, idR im SoSe	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil:</b> Seminar über Theoretische Physik vieler Teilchen <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- F. Schwabl, Statistische Mechanik (Springer)
- F. Reif, Statistische Physik und Theorie der Wärme (de Gruyter)
- M. LeBellac, F. Mortessagne, G.G. Brouni, Equilibrium and Non-Equilibrium in Statistical Thermodynamics (Cambridge)
- F. Schwabl, Quantenmechanik für Fortgeschrittene (Springer)
- G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (W.A. Benjamin)
- B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet, Grundlagen der Statistischen Physik (de Gruyter)
- P.M. Chaikin, T.C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press)

**Prüfung**

**Seminar über Theoretische Physik vieler Teilchen**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0026: Seminar über Spezielle Probleme der Festkörperphysik</b> <i>Seminar on Special Problems in Solid State Physics</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur der Kristalle, elementare Streutheorie</li> <li>• Experimentelle Messmethoden: Röntgen- und Neutronendiffraktion</li> <li>• Gitterdynamik</li> <li>• Experimentelle Bestimmung von Dispersionskurven</li> <li>• Thermodynamik von Phononen</li> <li>• Elektronen im Festkörper: Vom Elektronengas zum Bändermodell</li> <li>• Halbleiter und einfache Bauelemente</li> <li>• Elektronische Transporteigenschaften</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse experimenteller Methoden und der grundlegenden Phänomene der Festkörperphysik, insbesondere von Struktur, Thermodynamik und elektronischem Transport in Halbleitern und Metallen.</li> <li>• Sie haben die Fertigkeit, sich weitgehend selbständig in ein begrenztes Spezialgebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema unter Verwendung moderner Präsentationsmethoden anschaulich darzustellen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Kompetenz, sich auf wesentliche Inhalte zu beschränken und diese strukturiert darzustellen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen von Präsentationstechniken, Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte in auch für Laien verständlicher Form</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Experimentelle Physik I - IV, Theoretische Physik I - IV		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich, idR im WS	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Spezielle Probleme der Festkörperphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg)
- Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- W. Demtröder, Experimentalphysik 3 (Springer)
- K.-H. Hellwege, Festkörperphysik (Springer)
- S. Hunklinger, Festkörperphysik (Oldenbourg)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Seminar über Spezielle Probleme der Festkörperphysik** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Seminar über Spezielle Probleme der Festkörperphysik**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0027: Seminar über Physikalische Grundlagen der Energieversorgung</b> <i>Seminar über Physikalische Grundlagen der Energieversorgung</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz Dr. Roland Friedl		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Energieressourcen, insbesondere der erneuerbaren Energien</li> <li>• Wirkungsgrade der wichtigsten Wandlungstechniken: fossil befeuerte Kraftwerke, Brennstoffzellen, Windturbinen, Photovoltaik, Solarthermie, Wasserkraft, Kernspaltung, Kernfusion</li> <li>• Besondere Anforderungen an die Materialien in der Energiewirtschaft wie Hochtemperaturkomponenten in Solarthermie, Fusion oder Gasturbinen</li> <li>• Grenzen der denkbaren Speichertechnologien: Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicher, Batterien, Wasserstoff</li> <li>• Grenzen und Möglichkeiten der Energieübertragung: Strom einschließlich Supraleitung, Gas, Wasserstoff und Fernwärme</li> <li>• Umwandlung von Endenergie in Nutzenergie bzw. Energiedienstleistungen zum Beispiel im Bereich Beleuchtung, Raumwärme, Kühlung, Verkehr usw.</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der physikalischen Grundlagen und der technischen Realisierung in der Energiewirtschaft, insbesondere kennen sie die Grenzen der verschiedenen Technologien.</li> <li>• Sie haben die Fertigkeit, sich selbständig, nach Rücksprache mit dem jeweiligen Betreuer, in ein begrenztes Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen.</li> <li>• Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen Themas. Sie können ihre Ergebnisse strukturiert darstellen und in der Diskussion vertreten.</li> <li>• Die Studierenden können qualifiziert an der Diskussion über die Energieversorgung der Zukunft teilnehmen und insbesondere die physikalischen „Hardfacts“ vermitteln.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Fähigkeiten zur eigenständigen Einarbeitung in eine Thematik, Erlernen von Präsentationstechniken, Vorstellung wissenschaftlicher Inhalte in einem Vortrag, Grundtechniken zur wissenschaftlichen Diskussion.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse aus Physik I-V		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Vortrag im Seminar
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar über Physikalische Grundlagen der Energieversorgung</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• K. Heinloth: Die Energiefrage (Vieweg, 2003)</li><li>• D. MacKay: Sustainable energy - without the hot air (UIT Cambridge, 2009)</li><li>• D. Ginley: Fundamentals of materials for energy and environmental sustainability (Cambridge Univ. Press, 2012)</li><li>• weitere Literatur wird im Seminar vorgestellt</li></ul>
<b>Prüfung</b> <b>Seminar über Physikalische Grundlagen der Energieversorgung</b> Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten

<b>Modul PHM-0028: Seminar über Analysemethoden der Festkörperphysik an Großforschungseinrichtungen</b> <i>Seminar über Analysemethoden der Festkörperphysik an Großforschungseinrichtungen</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS10/11) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synchrotronstrahlung, Neutronenstrahlung, Elementarteilchen</li> <li>• Strahlungserzeugung, Beschleunigerprinzipien</li> <li>• Messmethoden</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die an Großforschungseinrichtungen (Teilchenbeschleuniger, Synchrotronstrahlungsquelle, Forschungsreaktor) verwendeten Geräte und die physikalischen Prinzipien der Strahlerzeugung sowie die Eigenschaften der Strahlung,</li> <li>• sind in der Lage, sich selbständig in aktuelle Forschungsschwerpunkte und die dabei eingesetzten Analysemethoden einzuarbeiten, und</li> <li>• besitzen die Kompetenz, diese Forschungsschwerpunkte und Analysemethoden strukturiert ihren Mitstudierenden vorzustellen und in der Diskussion zu vertreten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Optionales Zusatzangebot: Exkursion (3-4 Tage)		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse aus Physik I – IV, Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Analysemethoden der Festkörperphysik an Großforschungseinrichtungen</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Die Literatur – aktuelle Forschungsberichte und Reviews – wird vor Beginn des Seminars bekannt gegeben.		

**Prüfung**

**Seminar über Analysemethoden der Festkörperphysik an Großforschungseinrichtungen**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0029: Seminar über Glasübergang und Glaszustand</b> <i>Seminar on Glass Transition and Glass State</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS11/12) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Peter Lunkenheimer		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie des Glaszustands und Glasübergangs</li> <li>• Dynamische Prozesse in Gläsern und glasbildenden Flüssigkeiten</li> <li>• Technische Anwendungen von Gläsern</li> <li>• Mechanische Eigenschaften von Gläsern</li> <li>• Optische Eigenschaften von Gläsern</li> <li>• Mikroskopische Struktur von Gläsern und Flüssigkeiten</li> <li>• Ionenleitung in Gläsern und ihre Anwendung in Batterien und Brennstoffzellen.</li> <li>• Polymere: Struktur, Dynamik, Anwendungen</li> <li>• Der Glasübergang in Biologie und Medizin</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Phänomenologie des Glaszustandes und des Glasübergangs, die mikroskopischen Vorgänge am Glasübergang, die wichtigsten Materialeigenschaften von Gläsern (mechanische, optische, Ladungstransport, etc.) und deren Anwendungen sowie einfache Modellbeschreibungen von glasbildender Materie. Sie verfügen über Kenntnisse zur Gestaltung von wissenschaftlichen Präsentationen.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich unter Verwendung verschiedener Informationsquellen selbständig in ein physikalisches oder materialwissenschaftliches Themengebiet einzuarbeiten. Sie sind in der Lage, einen wissenschaftlichen Vortrag unter Verwendung moderner, computergestützter Präsentationstechniken in graphisch ansprechender Form zu erstellen und diesen in informativer und anschaulicher Weise, unter Einhaltung eines vorgegebenen Zeitrahmens, zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Kompetenz, bei der Erstellung einer Präsentation zu einem wissenschaftlichen Thema zwischen wichtigen und unwichtigen Inhalten zu unterscheiden, die ausgewählten Inhalte in didaktisch geschickter Weise aufzubereiten und strukturiert darzustellen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur, Fähigkeiten zum Recherchieren in Literatordatenbanken und zu Präsentationstechniken, Erlernen der Vorstellung wissenschaftlicher Inhalte in einem Vortrag und des Führens einer Diskussion zum Vortragsthema.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse in Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar über Glasübergang und Glaszustand</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• A. Schaeffer, R Langfeld: Werkstoff Glas (Springer, Berlin, 2014)</li><li>• H. Scholze, Glas: Natur, Struktur und Eigenschaften (Springer, Berlin, 1988)</li><li>• S.R. Elliott, Physics of Amorphous Materials (Longman, London, 1990)</li><li>• R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids (Wiley-VCH, Weinheim, 1998)</li><li>• J. Zarzycki (ed.), Material Science and Technology, Vol. 9: Glasses and Amorphous Materials (VCH, Weinheim, 1991)</li><li>• J. Zarzycki, Glasses and the Vitreous State (Cambridge University Press, Cambridge, 1991)</li></ul>
<b>Prüfung</b> <b>Seminar über Glasübergang und Glaszustand</b> Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0030: Seminar über Leuchtstoffe in modernen Anwendungen</b> <i>Seminar über Leuchtstoffe in modernen Anwendungen</i>		4 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SS11) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Henning Höppe		
<b>Inhalte:</b> In diesem Seminar werden physikalische und materialwissenschaftliche Grundlagen verschiedener Leucht(stoff)anwendungen erarbeitet. Hierbei sollen neben den chemischen Grundlagen insbesondere die physikalischen Grundlagen ausgehend von der jeweiligen Anwendung präsentiert werden. Ausgehend davon werden weiterführende Fragestellungen bzw. Konsequenzen behandelt. Typische Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detektion mittels Szintillatoren</li> <li>• Physik und Chemie von Imaging Plates in Forschung und Medizin</li> <li>• Physik und Chemie von Leuchtdioden</li> <li>• Weiße Leuchtdioden</li> <li>• Sensibilisierung von Solarzellen</li> <li>• Leuchtstoffröhren und Plasmabildschirme</li> <li>• Bildgebende Verfahren (PET etc.)</li> <li>• Nanoskalige Leuchtstoffe</li> <li>• Grundlagen leuchtender Verbindungen</li> <li>• Physik und Chemie von Seltenerdelementen (Überblick)</li> <li>• Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen allgemeine Kenntnisse der physikalischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen aktueller und zukünftiger Leuchtstoffanwendungen,</li> <li>• erwerben die Fähigkeit, sich weitgehend selbständig in ein begrenztes Spezialgebiet einzuarbeiten und die wesentlichen Fragestellungen zu identifizieren und zu bearbeiten. Sie sind in der Lage, das Thema in angemessener Tiefe für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen und zu präsentieren,</li> <li>• verfügen über die Kompetenz, Leuchtstoffe nicht nur nach physikalischen Kriterien, sondern auch im Sinne einer Struktur-Eigenschafts-Beziehung aus interdisziplinärer Perspektive zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden können eigenständig mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur arbeiten (Recherche und Herausarbeiten relevanter Inhalte), und erlernen didaktisch vernünftige und überzeugende Präsentationstechniken.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlagen der Festkörperphysik, Chemie I, Chemie III		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar über Leuchtstoffe in modernen Anwendungen</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 2,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• A. R. West, Solid State Chemistry and its Applications</li><li>• H. Höpfe, Rare-Earth Elements</li><li>• Springer Handbook of Materials Measurement Methods</li><li>• Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials</li><li>• R. Tilley, Colour and Optical Properties of Materials</li><li>• M. Fox, Optical Properties of Solids</li></ul>
<b>Prüfung</b> <b>Seminar über Leuchtstoffe in modernen Anwendungen</b> Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0031: Seminar über Festkörperspektroskopie</b> <i>Seminar über Festkörperspektroskopie</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SS11) Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen werden unter anderem behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Streuexperimente</li> <li>• Röntgenbeugung</li> <li>• Elektronenstreuung</li> <li>• Neutronenstreuung</li> <li>• Dielektrische Spektroskopie</li> <li>• Quasioptische Spektroskopie</li> <li>• Infrarotspektroskopie</li> <li>• Grundlagen der Magnetischen Resonanz</li> <li>• Kernspinresonanz</li> <li>• Elektronenspinresonanz</li> <li>• Myonenspinrotation</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die physikalischen Grundlagen unterschiedlicher spektroskopischer Messmethoden und kennen die zugehörige Messtechnik.</li> <li>• Sie erhalten Einblicke in die Anwendungsmöglichkeiten dieser Methoden sowohl in der Festkörperphysik als auch in anderen Bereichen wie Chemie, Geologie, Medizin und Industrie.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden besitzen die Fähigkeiten zur selbständigen Einarbeitung in ein wissenschaftliches Thema unter Verwendung von sowohl Lehrbüchern als auch Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften. Sie sind in der Lage, eine anschauliche Präsentation auszuarbeiten und vorzutragen und sich der wissenschaftlichen Diskussion zu stellen.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Quantenmechanik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Festkörperspektroskopie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- H. Kuzmany, Solid-State Spectroscopy an Introduction (Springer)
- Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften

Originalarbeiten werden zur Verfügung gestellt.

**Prüfung**

**Seminar über Festkörperspektroskopie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0200: Seminar über Energieträger im Zeitalter des Klimawandels</b> <i>Seminar on Energy Sources in the age of Climate Change</i>		4 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe16 bis SoSe23) Modulverantwortliche/r: PD Georg Eickerling		
<b>Inhalte:</b> In diesem Seminar soll die aktuelle Diskussion zur Energieversorgung unter der Bedingung einer klimafreundlichen Erzeugung aufgenommen werden. Hierzu sollen aus Sicht der Physik, der Materialwissenschaften und der Chemie unterschiedlichste Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom und Wärme und zur Vermeidung von Energieverlusten und CO <sub>2</sub> -Freisetzung wissenschaftlich fundiert diskutiert werden. Die einzelnen Seminarvorträge sollen zum einen die unterschiedlichsten Verfahren zur Energiegewinnung vorstellen und zugleich ihre Effizienz und Klimaverträglichkeit kritisch hinterfragen. Mögliche Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik der Solarzellen</li> <li>• Solarthermie und große Solarkraftwerke</li> <li>• Wasserstoff als Energieträger: Die Brennstoffzelle</li> <li>• Wärmekraftmaschinen und thermoelektrische Generatoren</li> <li>• Effiziente Energiespeicherung und Energietransport (Batterien, Gase, Überlandleitungen, Supraleiter)</li> <li>• Windenergie: Eine Herausforderung für Materialwissenschaftler</li> <li>• „Bioenergie“: Strom aus Biomasse und Wärme aus Holz</li> <li>• Wasserkraft und Ökologie</li> <li>• Passivhaus</li> <li>• Kernenergie: Eine saubere Lösung?</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen ein wissenschaftlich vertiefendes Verständnis der unterschiedlichen Methoden zur Erzeugung und Speicherung von unterschiedlichen Energieformen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grenzen der zur Energiegewinnung eingesetzten Technologien in Bezug auf deren Umweltverträglichkeit.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit sich unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche selbständig in aktuelle wissenschaftliche Themengebiete einzuarbeiten und diese zu durchdringen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden sind kompetent, komplexe Themen mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend zu präsentieren.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse aus Physik I - IV		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Energieträger im Zeitalter des Klimawandels</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester		

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- Bernd Diekmann, Eberhard Rosenthal, Energie, Physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung, Springer Spektrum 2014.
- Volker Quaschnig, Regenerative Energiesysteme, Technologie - Berechnung - Simulation, Hanser 2009.
- Ernst Ulrich von Weizsäcker, Karlson Hargroves, Michael Smith, Faktor 5, Die Formel für nachhaltiges Wachstum, Droemer 2009
- Weitere Literatur wird im Seminar bekanntgegeben.

**Prüfung**

**Seminar über Energieträger im Zeitalter des Klimawandels**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0033: Mathematische Konzepte I</b> <i>Mathematical Concepts I</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vektorrechnung</li> <li>2. Differential- und Integralrechnung</li> <li>3. Differentialgleichungen</li> <li>4. Lineare Algebra</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind,</li> <li>• praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und</li> <li>• besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der klassischen Mechanik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen und allgemein verständlichen physikalischen Bildern zu interpretieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Hinweis zur Anrechenbarkeit des Moduls in Lehramtsstudiengängen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien mit der Fächerkombination Physik und Geographie, die das Lehramtsstudium Physik vor dem Wintersemester 2012/13 aufgenommen haben, ist dieses Modul ein Pflichtmodul.</li> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien, die das Lehramtsstudium Physik zum Wintersemester 2012/13 oder später aufgenommen haben oder aufnehmen, ist dieses Modul nur im freien Bereich anrechenbar. Es wird dennoch empfohlen, dieses Modul zu belegen.</li> <li>• Diese Regelungen gelten analog für Studierende mit Abschluss Bachelor of Education.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Mathematische Konzepte I</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> 1. Vektorrechnung <ul style="list-style-type: none"><li>• Warum Vektoren?</li><li>• Skalarprodukt</li><li>• Komponentendarstellung in kartesischen Koordinaten</li><li>• Drehung des Koordinatensystems</li><li>• Kreuzprodukt</li></ul> 2. Differential- und Integralrechnung <ul style="list-style-type: none"><li>• Wozu Differentiation und Integration?</li><li>• Grundlegende Techniken</li><li>• Taylorreihe</li><li>• Differentiation von Vektoren</li><li>• Gradient</li><li>• Linienintegral</li><li>• Mehrdimensionale Integrale</li></ul> 3. Differentialgleichungen <ul style="list-style-type: none"><li>• Ergänzung: Komplexe Zahlen</li><li>• Typologie der Differentialgleichungen</li><li>• Homogene Differentialgleichungen 1. Ordnung</li><li>• Homogene Differentialgleichungen 2. Ordnung</li><li>• Inhomogene lineare Differentialgleichungen</li><li>• Methode der Green'schen Funktion</li></ul> 4. Lineare Algebra <ul style="list-style-type: none"><li>• Dyadisches Produkt</li><li>• Determinanten</li><li>• Lineare Gleichungssysteme</li><li>• Eigenwertprobleme</li><li>• Lineare Differentialgleichungssysteme</li></ul>
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• F. Ehlotzky, Angewandte Mathematik für Physiker (Springer-Verlag, 2007)</li><li>• S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik (Springer-Verlag, 2012)</li><li>• R. Shankar, Basic Training in Mathematics (Springer-Verlag, 1995)</li><li>• C.B. Lang, N. Pucker, Mathematische Methoden in der Physik (Springer-Verlag, 2015)</li><li>• M.L. Boas, Mathematical methods in the physical sciences (Wiley, 2005)</li><li>• G.B. Arfken, H.J. Weber, F.E. Harris, Mathematical methods for physicists (Elsevier, 2011)</li></ul>

**Modulteil: Übung zu Mathematische Konzepte I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

siehe zugehörige Vorlesung

**Prüfung**

**Mathematische Konzepte I**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0034: Mathematische Konzepte II</b> <i>Mathematical Concepts II</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vektoranalysis</li> <li>2. Analysis im Komplexen (Funktionentheorie)</li> <li>3. Orthogonale Funktionensysteme</li> <li>4. Partielle Differentialgleichungen</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind,</li> <li>• praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und</li> <li>• besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der Elektrodynamik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen physikalischen Bildern zu interpretieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Hinweis zur Anrechenbarkeit des Moduls in Lehramtsstudiengängen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien mit der Fächerkombination Physik und Geographie, die das Lehramtsstudium Physik vor dem Wintersemester 2012/13 aufgenommen haben, ist dieses Modul ein Pflichtmodul.</li> <li>• Für Studierende des Lehramts an Gymnasien, die das Lehramtsstudium Physik zum Wintersemester 2012/13 oder später aufgenommen haben oder aufnehmen, ist dieses Modul nur im freien Bereich anrechenbar. Es wird dennoch empfohlen, dieses Modul zu belegen.</li> <li>• Diese Regelungen gelten analog für Studierende mit Abschluss Bachelor of Education.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte des Moduls Mathematische Konzepte I		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Mathematische Konzepte II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		

**Lernziele:**

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Mathematik, die zur theoretischen Beschreibung physikalischer Phänomene und Prozesse erforderlich sind.
- Sie besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der Elektrodynamik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen physikalischen Bildern zu interpretieren.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen

**Inhalte:**

1. Vektoranalysis

- Felder in Mechanik und Elektrodynamik
- Divergenz, Satz von Gauß, Anwendungen
- Rotation, Satz von Stokes, Anwendungen
- Krummlinig-orthogonale Koordinaten, Linien-, Flächen- und Volumenelemente, Differentialoperatoren

2. Komplexe Zahlen und Funktionentheorie

- Komplexe Zahlen
- Cauchy-Riemannsches Differentialgleichungen
- Analytische Funktionen
- Integration in der komplexen Ebene
- Residuensatz, Anwendungen

3. Orthogonale Funktionensysteme

- Fourier-Reihe
- Fourier-Transformation
- Deltafunktion
- Lösung linearer Differentialgleichungen durch Fouriertransformation
- Legendre-Polynome

4. Partielle Differentialgleichungen

- Beispiele und Klassifikation
- Lösung durch Separationsansatz
- Lösung durch Fouriertransformation

**Literatur:**

- S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik (Springer-Verlag, 2012)
- R. Shankar, Basic Training in Mathematics (Springer-Verlag 1995)

Als umfassendere Werke zum Gebrauch neben der Vorlesung und im weiteren Studium eignen sich zum Beispiel:

- C.B. Lang, N. Pucker, Mathematische Methoden in der Physik (Springer-Verlag, 2015)
- M.L. Boas, Mathematical methods in the physical sciences (Wiley 2005)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Mathematische Konzepte II** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Übung zu Mathematische Konzepte II**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

- Die Studierenden praktizieren durch selbständige Arbeit im Eigenstudium und in den Übungsgruppen das in der Vorlesung erworbene Wissen und
- besitzen die Kompetenz, elementare physikalische Problemstellungen der Elektrodynamik in Form von Gleichungen zu formulieren, diese selbständig zu lösen und die theoretischen Ergebnisse in Form von einfachen physikalischen Bildern zu interpretieren.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern, logisches Denken und Argumentieren, Abstraktionsfähigkeit, Durchhaltevermögen

**Literatur:**

Neben den für die Vorlesung „Mathematische Konzepte II“ benutzten Büchern empfiehlt sich für das praktische Rechnen die Formelsammlung

- I.N. Bronstein, K.A. Semendjajew, G. Musiol, H. Mühlig, Taschenbuch der Mathematik (Verlag Harri Deutsch)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Mathematische Konzepte II (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Mathematische Konzepte II**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten, benotet

<b>Modul MTH-1020: Analysis I</b> <i>Analysis I</i>	8 ECTS/LP
Version 1.5.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt	
<b>Inhalte:</b> Reelle Zahlen, Folgen und Reihen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, (Beginn der) Integration	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Fachlich: - Erlernen und Erkennen von sich aus den Inhalten der Lehrveranstaltung ergebenden mathematischen Konzepten, Strukturen, Techniken, Verfahren und Theorien. - Fähigkeit zur Anwendung dieser Erkenntnisse beim selbstständigen Lösen von Problemen. Methodisch: - Erweiterung der Problemlösungskompetenz durch neue mathematische Strategien. - Verbesserung der Fähigkeiten im Erfassen mathematischer Texte. - Schärfung der Präzision in der fachsprachlichen Ausdrucksweise. - Exemplarisches Erlernen einer logisch stringenten und syntaktisch korrekten Darstellung mathematischer Inhalte. Sozial-personal: - Verbesserung der innermathematischen Kommunikationsfähigkeit. - Schulung des logischen und präzisen Denkens. - Stärkung der Kooperations- und Teamfähigkeit. - Erhöhung der Frustrationstoleranz und Ausdauer.  Die Lernziele können wie folgt in die Bloom'sche Lernzieltaxonomie eingeordnet werden. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Wissen (Erinnern):</b> Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte und Definitionen der eindimensionalen Analysis, wie Grenzwerte, Ableitungen, Integrale und Reihen, erlernen und wiedergeben können.</li> <li>2. <b>Verstehen:</b> Sie sollen in der Lage sein, die Bedeutung und Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu erklären, beispielsweise wie sich der Begriff des Grenzwerts auf Ableitungen und Integrale auswirkt.</li> <li>3. <b>Anwenden:</b> Die Studierenden sollen Fähigkeiten entwickeln, um die gelernten Konzepte auf neue Probleme und Beispiele anzuwenden, z.B. durch das Berechnen von Grenzwerten, Ableitungen und Integralen einfacher Funktionen.</li> <li>4. <b>Analysieren:</b> Sie sollen komplexe mathematische Probleme analysieren können, um zu bestimmen, welche Methoden und Techniken aus der Analysis für deren Lösung geeignet sind.</li> <li>5. <b>Bewerten (Evaluieren):</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Angemessenheit verschiedener analytischer Methoden zu beurteilen und zu entscheiden, welche Methode in spezifischen Situationen die effektivste ist.</li> <li>6. <b>Erschaffen (Kreieren):</b> Schließlich sollen sie befähigt werden, eigenständig neue mathematische Probleme oder Projekte zu entwickeln, die das Wissen aus der Analysis einbeziehen und erweitern.</li> </ol>	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 70 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 70 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes inkl. Prüfungsvorbereitung (Selbststudium) 100 Std. Erbringung von Studienleistungen (Selbststudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> Keine inhaltlichen Voraussetzungen.	

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteil</b>
<b>Modulteil: Analysis I</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 6,00 <b>ECTS/LP:</b> 8.0
<b>Inhalte:</b> Dieses Vorlesung behandelt unter anderem die reelle Analysis einer Unabhängigen: Reelle Zahlen und Vollständigkeit Komplexe Zahlen Konvergenz und Divergenz bei Folgen und Reihen Potenz- und Taylor-Reihen Stetigkeitsbegriffe Differential- und Integralrechnung einer Veränderlichen (Teile des Stoffes können in die Analysis II ausgelagert werden und Stoffteile der Analysis II vorgezogen werden.)
<b>Lehr-/Lernmethoden:</b> Vorlesung und Übungen
<b>Literatur:</b> Forster, O.: Analysis 1: Differential- und Integralrechnung einer Veränderlichen. Vieweg+Teubner. Hildebrandt, S.: Analysis 1. Springer Verlag, 2005. Königsberger, K.: Analysis 1. Springer Verlag, 2003. Dieudonné, J.: Grundzüge der modernen Analysis. Vieweg Verlagsgesellschaft. Lang, S.: Undergraduate Analysis Lang, S.: Real and Functional Analysis Rudin, W.: Analysis, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2008.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Analysis I</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>
<b>Prüfung</b> <b>Analysis I</b> Portfolioprüfung, Klausur und Übungsaufgaben / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

<b>Modul MTH-1031: Analysis II</b> <i>Analysis II</i>	8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt	
<b>Inhalte:</b> (Fortführung der) Integration, Taylorreihen, topologische Begriffe (ggf. metrische und normierte Räume), mehrdimensionale Differentialrechnung	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Fachlich: - Erlernen und Erkennen von sich aus den Inhalten der Lehrveranstaltung ergebenden mathematischen Konzepten, Strukturen, Techniken, Verfahren und Theorien. - Fähigkeit zur Anwendung dieser Erkenntnisse beim selbstständigen Lösen von Problemen. Methodisch: - Erweiterung der Problemlösungskompetenz durch neue mathematische Strategien. - Verbesserung der Fähigkeiten im Erfassen mathematischer Texte. - Schärfung der Präzision in der fachsprachlichen Ausdrucksweise. - Exemplarisches Erlernen einer logisch stringenten und syntaktisch korrekten Darstellung mathematischer Inhalte. Sozial-personal: - Verbesserung der innermathematischen Kommunikationsfähigkeit. - Schulung des logischen und präzisen Denkens. - Stärkung der Kooperations- und Teamfähigkeit. - Erhöhung der Frustrationstoleranz und Ausdauer. Die Lernziele können wie folgt in die Bloom'sche Lernzieltaxonomie eingeordnet werden. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Wissen (Erinnern):</b> Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte und Definitionen der mehrdimensionalen Analysis, einschließlich partieller Ableitungen, Mehrfachintegrale, Gradienten, Divergenz und Rotation, erlernen und wiedergeben können.</li> <li>2. <b>Verstehen:</b> Sie sollen in der Lage sein, die Bedeutung und Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu erklären, z.B. wie sich partielle Ableitungen in der Beschreibung von Funktionen mehrerer Variablen manifestieren.</li> <li>3. <b>Anwenden:</b> Die Studierenden sollen Fähigkeiten entwickeln, um die gelernten Konzepte auf neue Probleme und Beispiele anzuwenden, wie das Berechnen von Mehrfachintegralen und das Anwenden von Gradienten in physikalischen und geometrischen Kontexten.</li> <li>4. <b>Analysieren:</b> Sie sollen komplexe mathematische Probleme analysieren können, um zu entscheiden, welche Methoden der mehrdimensionalen Analysis zur Lösung geeignet sind, und um die Struktur und Eigenschaften von Funktionen mehrerer Variablen zu untersuchen.</li> <li>5. <b>Bewerten (Evaluieren):</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Wirksamkeit verschiedener analytischer Methoden in der mehrdimensionalen Analysis zu beurteilen, insbesondere in Bezug auf ihre Anwendung in unterschiedlichen theoretischen und praktischen Kontexten.</li> <li>6. <b>Erschaffen (Kreieren):</b> Schließlich sollen sie befähigt werden, eigenständig mathematische Probleme oder Projekte zu entwickeln, die das Wissen aus der mehrdimensionalen Analysis nutzen und erweitern, möglicherweise als Vorarbeit für fortgeschrittene Studien in der Analysis III.</li> </ol>	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 70 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes inkl. Prüfungsvorbereitung (Selbststudium) 100 Std. Erbringung von Studienleistungen (Selbststudium)	

70 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse über Reelle Zahlen, Folgen und Reihen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, (Beginn der) Integration im Umfang der Vorlesung Analysis 1		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Analysis II</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul behandelt die reelle Analysis mehrerer Unabhängiger:                  Differentialrechnung mehrerer Veränderlicher                  Metrische Räume und grundlegende topologische Begriffe                  Normierte (vollständige) Vektorräume                  Voraussetzungen: Grundlagen der reellen eindimensionalen Analysis</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Otto Forster: Analysis 2: Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlichen. Vieweg+Teubner.                  J. Dieudonné: Grundzüge der modernen Analysis. Vieweg Verlagsgesellschaft.                  Hildebrandt, S.: Analysis 1. Springer Verlag, 2005.                  Hildebrandt, S.: Analysis 2. Springer Verlag, 2003.                  Königsberger, K.: Analysis 1. Springer Verlag, 2003.                  Königsberger, K.: Analysis 2. Springer Verlag, 2009.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Analysis II</b> (Vorlesung)                  *Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Analysis II</b>                  Portfolioprüfung, benotet</p>

<b>Modul MTH-6110: Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler und Physiker</b> <i>Numerical methods for materials scientists and physicists</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SS08) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung und Simulation physikalischer Prozesse und Systeme</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>• Polynom- und Spline-Interpolation; trigonometrische Interpolation</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Partielle Differentialgleichungen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten numerischen Methoden zur Modellierung und Simulation physikalischer Prozesse und Systeme.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, die erlernten Methoden umzusetzen, d. h. die entsprechenden Computer-Programme weitgehend selbständig zu schreiben.</li> <li>• Sie haben die Kompetenz, einfache physikalische Gleichungen numerisch zu behandeln, d. h. in Form von Computer-Codes zu implementieren und die erzielten numerischen Resultate angemessen zu interpretieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Logisches Denken und Arbeiten.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Dieses Modul ist speziell für Materialwissenschaftler, Physiker, Wirtschaftsingenieure und Ingenieurinformatiker konzipiert.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Diese Veranstaltung setzt Kenntnisse aus einführenden Mathematik-Modulen voraus. Kenntnisse einer Programmiersprache sind wünschenswert.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler und Physiker</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Malte Peter <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• R. W. Freund, R. H. W. Hoppe, Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 1, 10., neu bearbeitete Auflage. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2007.</li><li>• P. Deuffhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik I, de Gruyter.</li><li>• P. Deuffhard, F. Bornemann: Numerische Mathematik II, de Gruyter.</li><li>• R. H. W. Hoppe, Skriptum zur Vorlesung, 145 Seiten. Dieses Skriptum, das im Internet zur Verfügung steht, enthält weitere Literaturangaben.</li></ul>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler, Physiker und Wirtschaftsingenieure</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Inhalt der Veranstaltung: - Modellierung und Simulation physikalischer Prozesse und Systeme - Lineare Gleichungssysteme - Nichtlineare Gleichungssysteme - Polynom- und Spline-Interpolation; trigonometrische Interpolation - Numerische Integration - Gewöhnliche Differentialgleichungen - Partielle Differentialgleichungen
<b>Modulteil: Übung zu Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler und Physiker</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler, Physiker und Wirtschaftsingenieure</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Inhalt der Veranstaltung: - Modellierung und Simulation physikalischer Prozesse und Systeme - Lineare Gleichungssysteme - Nichtlineare Gleichungssysteme - Polynom- und Spline-Interpolation; trigonometrische Interpolation - Numerische Integration - Gewöhnliche Differentialgleichungen - Partielle Differentialgleichungen
<b>Prüfung</b> <b>Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler und Physiker</b> Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

<b>Modul MTH-1130: Einführung in die Numerik</b> <i>Introduction to Numerical Analysis</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel		
<b>Inhalte:</b> Fehleranalyse, Lösung von linearen Gleichungssystemen, Ausgleichsprobleme, nichtlineare Gleichungen, Interpolation und Eigenwertprobleme		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der Numerik inkl. Kondition, Stabilität, Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme und Ausgleichsprobleme, zur Interpolation sowie zur Eigenwertproblemen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Analysis I, II und Lineare Algebra I, II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Einführung in die Numerik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00 <b>ECTS/LP:</b> 9.0
<b>Lernziele:</b> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der Numerik inkl. Kondition, Stabilität, Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme und Ausgleichsprobleme, zur Interpolation sowie zur Eigenwertproblemen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.
<b>Inhalte:</b> Fehleranalyse, Lösung von linearen Gleichungssystemen, Ausgleichsprobleme, nichtlineare Gleichungen, Interpolation und Eigenwertprobleme

**Literatur:**

Freund, R.W., Hoppe, R.H.W.: Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik I. Springer.  
Deuffhard, P., Hohmann, A.: Numerische Mathematik I. deGruyter.  
Schwarz, H.R., Köckler, N.: Numerische Mathematik. Teubner.

**Prüfung**

**Einführung in die Numerik**

Modulprüfung, Portfolio, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul PHM-0035: Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie)</b> <i>Chemistry I (General and Inorganic Chemistry)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.5.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Volkmer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie</li> <li>• Atombau und Periodensystem (Elemente, Isotope, Orbitale, Elektronenkonfiguration)</li> <li>• Thermodynamik, Kinetik</li> <li>• Massenwirkungsgesetz, Säure-Base-Gleichgewicht, Titrationskurven, Puffersysteme</li> <li>• Chemische Bindung (kovalente, ionische und Metallbindung; Dipolmoment; Lewis- Schreibweise; Kristallgitter; VSEPR-, MO-Theorie; Bändermodell)</li> <li>• Oxidationszahlen, Redoxreaktionen, Elektromototische Kraft, Galvanisches Element, Elektrolyse, Batterien, Korrosion</li> <li>• Großtechnische Verfahren der Chemischen Grundstoffindustrie</li> <li>• Stoffchemie der Hauptgruppenelemente und ihre Anwendung in der Materialchemie (Vorkommen, Darstellung der reinen Elemente, wichtige Verbindungen, Analogiebeziehungen, wichtige technische Anwendungen)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wissen die grundlegenden Methoden und Konzepten der Chemie und haben angemessene Kenntnisse über den Aufbau der Materie, die Beschreibung chemischer Bindungen und die Grundprinzipien der chemischen Reaktivität,</li> <li>• besitzen die Fertigkeit grundlegende chemische Fragestellungen unter Anwendung der erworbenen Kenntnisse zu formulieren und zu bearbeiten,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz zur zielgerichteten Problemanalyse und Problembearbeitung in den genannten Teilgebieten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- E. Riedel, C. Janiak, *Anorganische Chemie*, 9. Auflage, De Gruyter Verlag, Berlin 2015. ISBN-10: 3110355264.
- M. Binnewies, M. Jäckel, H. Willner, *Allgemeine und Anorganische Chemie*, 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2016. ISBN-10: 3662450666.
- T.L. Brown, H. E. LeMay, B.E. Bursten, *Chemie: Studieren kompakt*, 14. Auflage, Pearson Studium (Sept. 2018). ISBN-10: 3868943129.
- C.E. Mortimer, U. Müller, *Chemie – Das Basiswissen der Chemie. Mit Übungsaufgaben.*, 13. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2019. ISBN-10: 3132422746.
- Kewmnitz, Simon, Fishedick, Hartmann, Henning, *Duden Basiswissen Schule: Chemie Abitur*, Bibliographisches Institut, Mannheim, 5. Auflage (2020). ISBN-10: 3411045957.

**Modulteil: Übung zu Chemie I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Chemie I (Allgemeine und Anorganische Chemie)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0036: Chemie II (Organische Chemie)</b> <i>Chemistry II (Organic Chemistry)</i>		8 ECTS/LP
Version 1.8.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Volkmer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OE: Organisation und Einleitung</li> <li>• A: Formeln, Strukturen und Nomenklatur</li> <li>• B: Funktions- und Stoffklassen organischer Moleküle</li> <li>• B1: Alkane und Cycloalkane</li> <li>• B2: Halogenkohlenwasserstoffe, SN und Eliminierung</li> <li>• B3: Alkene</li> <li>• B4: Alkine</li> <li>• B5: Aromaten</li> <li>• B6: Alkohole</li> <li>• B7: Aldehyde und Ketone</li> <li>• B8: Carbonsäure und Carbonsäurederivate</li> <li>• C: Stereochemie</li> <li>• D: Molekulare Materialien</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der organischen Chemie und sind mit den Grundlagen der organischen Synthese, Reaktionsmechanismen, Polymerchemie und molekularer Materialien vertraut,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung organisch-chemischer Fragestellungen unter Anwendung der erlernten Methoden erworben,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz zur fundierten Problemanalyse und zur eigenständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Bereichen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Chemie II (Organische Chemie)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

- Einführung
- Formeln, Strukturen und Nomenklatur organischer Moleküle
- Funktions- und Stoffklassen organischer Moleküle
- Stereochemie
- Spektroskopie und Strukturaufklärung
- Molekulare Materialien

**Literatur:**

- C. Schmuck, Basisbuch Organische Chemie (2018) (ISBN-10: 3868943331)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Chemie II (Organische Chemie)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Übung zu Chemie II**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Chemie II** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Chemie II (Organische Chemie)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0037: Chemisches Praktikum für Physiker</b> <i>Chemistry lab course for physicists</i>		6 ECTS/LP
Version 1.5.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Volkmer		
<b>Inhalte:</b> Laborversuche zur Anorganischen Chemie aus den folgenden Themengebieten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säuren/Basen</li> <li>• Komplexe</li> <li>• Festkörpersynthesen</li> <li>• Redox-Chemie</li> <li>• Elektrochemie</li> <li>• Quantitative Analytik</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse des theoretischen Lernstoffes durch praktisches Arbeiten,</li> <li>• beherrschen die grundlegenden praktischen Laborarbeiten,</li> <li>• sind fähig zur Durchführung und Auswertung chemischer Experimente,</li> <li>• besitzen Sicherheit beim Umgang mit Gefahrstoffen und</li> <li>• Kompetenz zur Entsorgung.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Das Praktikum findet an 10 Tagen als Blockveranstaltung statt. Am Beginn jeden Tages findet ein Antestat zu dem entsprechenden Themengebieten statt. Dabei wird auch auf die Durchführung der Experimente mit besonderen Hinweisen für die Sicherheit eingegangen. Im Verlauf des gesamten Praktikums ist ein Laborjournal zu führen. Zu jedem Themengebiet ist ein Protokoll zu erstellen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Praktikum (Präsenzstudium) 120 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Fundierte Kenntnisse der Inhalte der Module Chemie I und Chemie II		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Antestate (30%), Laborjournal (20%), Protokolle (50%)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Chemisches Praktikum für Physiker</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

Praktikumsskript und dort zitierte Literatur.

<b>Modul INF-0097: Informatik 1</b> <i>Computer Science 1</i>		8 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Lorenz		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Teilnehmer verstehen die folgenden wesentlichen Konzepte der Informatik auf einem grundlegenden, Praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: Architektur und Funktionsweise von Rechnern, Informationsdarstellung, Problemspezifikation, Algorithmus, Programm, Datenstruktur, Programmiersprache, Rekursion und Induktion. Sie können einfache algorithmische Problemstellungen unter Bewertung verschiedener Entwurfsalternativen durch Programmiersprachen-unabhängige Modelle lösen und diese in C oder einer ähnlichen imperativen Sprache implementieren. Sie können einfache Kommandozeilen-Anwendungen unter Auswahl geeigneter, ggf. auch dynamischer, Datenstrukturen durch ein geeignet in mehrere Übersetzungseinheiten strukturiertes C-Programm implementieren. Sie verstehen die imperativen Programmiersprachen zugrundeliegenden Konzepte und Modelle und sind in der Lage, andere imperative Programmiersprachen eigenständig zu erlernen. Sie kennen elementare Techniken zur Verifizierung der Korrektheit von Algorithmen bzgl. einer Problemspezifikation und zur Berechnung und Abschätzung der Zeitkomplexität von imperativen Programmen und können diese auf einfache Programme anwenden. Die Teilnehmer kennen elementare mathematische Beweistechniken für die Informatik, insbesondere Induktionsbeweise, und können diese auf einfache Fragestellungen anwenden.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern; Eigenständiges Arbeiten mit Programmbibliotheken; Verständliche Präsentation von Ergebnissen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse in imperativer Programmierung oder Vorkurs Informatik</p>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Informatik 1 (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Inhalte:**

In dieser Vorlesung wird als Einstieg in die praktische Informatik vermittelt, wie man Probleme der Informationsspeicherung und Informationsverarbeitung mit dem Rechner löst, angefangen bei der Formulierung einer Problemstellung, über den Entwurf und Analyse eines Algorithmus bis zur Implementierung eines Programms. Die Vorlesung bietet eine Einführung in folgende Themenbereiche:

1. Rechnerarchitektur (von Neumann Architektur, Buskonzept, Maschinenprogramme)
2. Informationsdarstellung (Zahlensysteme, Komplementdarstellungen ganzer Zahlen, Fließkommadarstellungen von Dezimalzahlen, ASCII-Zeichen)
3. Algorithmen (Entwurf, Rekursion, Korrektheit, Zeitkomplexität / O-Notation)
4. Datenstrukturen (statische / dynamische / mehrdimensionale)
5. Programmieren in C (Kommandozeilenprogramme, Benutzereingaben / Pufferfehler, Zeiger / dynamische Speicherverwaltung / Speicherlecks, mehrteilige Programme / Header, Suchen / Sortieren)
6. Mathematische Konzepte und Beweistechniken (Induktion, Hoare-Kalkül, Aussagenlogik, Prädikatenlogik)

**Literatur:**

- Gumm, Sommer: Einführung in die Informatik
- B. W. Kernighan, D. M. Ritchie, A.-T. Schreiner und E. Janich: Programmieren in C, Hanser
- R. Hellman, Rechnerarchitektur, De Gruyter Oldenbourg
- J. Wolf: C von A bis Z, Rheinwerk Computing, [http://openbook.rheinwerk-verlag.de/c\\_von\\_a\\_bis\\_z/](http://openbook.rheinwerk-verlag.de/c_von_a_bis_z/)
- Wikibooks-Tutorial: <https://de.wikibooks.org/wiki/C-Programmierung>
- C Standard Bibliothek: <http://www2.hs-fulda.de/~klingebiel/c-stdlib/>
- The GNU C Library: [http://www.gnu.org/software/libc/manual/html\\_mono/libc.html](http://www.gnu.org/software/libc/manual/html_mono/libc.html)

**Modulteil: Informatik 1 (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Informatik 1 (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

Die Prüfung findet in der Regel in der 3. Woche nach Vorlesungsende (Ende Februar / Anfang März) statt. Sie kann im darauf folgenden Semester vor Beginn der Vorlesungszeit (Anfang April) wiederholt werden.

<b>Modul INF-0098: Informatik 2</b> <i>Computer Science 2</i>		8 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Lorenz		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Teilnehmer verstehen die folgenden wesentlichen Konzepte/Begriffe der Informatik auf einem grundlegenden, Praxis-orientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: Softwareentwurf, Analyse- und Entwurfsmodell, UML, Objektorientierung, Entwurfsmuster, Grafische Benutzeroberfläche, Parallele Programmierung, persistente Datenhaltung, Datenbanken, XML, HTML. Sie können überschaubare nebenläufige Anwendungen mit grafischer Benutzerschnittstelle und persistenter Datenhaltung unter Berücksichtigung einfacher Entwurfsmuster, verschiedener Entwurfsalternativen und einer 3-Schichten-Architektur durch statische und dynamische UML-Diagramme aus verschiedenen Perspektiven modellieren und entsprechend der Diagramme in Java oder einer ähnlichen objektorientierten Sprache implementieren. Sie verstehen die diesen Programmiersprachen zugrundeliegenden Konzepte und Modelle und sind in der Lage, andere objektorientierte Programmiersprachen eigenständig zu erlernen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern; Eigenständiges Arbeiten mit Programmbibliotheken; Verständliche Präsentation von Ergebnissen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Informatik 1 (INF-0097) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Informatik 2 (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Inhalte:**

Ziel der Vorlesung ist eine Einführung in die objektorientierte Entwicklung größerer Softwaresysteme, angefangen bei der Erstellung von Systemmodellen in UML bis zur Implementierung in einer objektorientierten Programmiersprache. Die Vorlesung bietet eine Einführung in folgende Themenbereiche:

1. Softwareentwurf
2. Analyse- und Entwurfsprozess
3. Schichten-Architektur
4. UML-Diagramme
5. Objektorientierte Programmierung
6. Entwurfsmuster und Klassenbibliotheken
7. Ausnahmebehandlung
8. Datenhaltungs-Konzepte
9. Grafische Benutzeroberflächen
10. Parallele Programmierung
11. Programmieren in Java
12. Datenbanken
13. XML
14. HTML

**Literatur:**

- Ch. Ullenboom, Java ist auch eine Insel, Galileo Computing, <http://www.tutego.de/javabuch>
- Java Tutorials, <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/>
- Java 17 Dokumentation, <https://docs.oracle.com/en/java/javase/17/docs/api/index.html>
- Java 17 Standard, <https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se17/jls17.pdf>
- Übersicht UML 2.5, <https://www.oose.de/wp-content/uploads/2012/05/UML-Notationsübersicht-2.5.pdf>
- Helmut Balzert, Lehrbuch Grundlagen der Informatik, Spektrum
- Heide Balzert, Lehrbuch der Objektmodellierung, Spektrum
- B. Oesterreich, Objektorientierte Softwareentwicklung, Oldenbourg

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Informatik 2 (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Ziel der Vorlesung ist eine Einführung in die objektorientierte Entwicklung größerer Softwaresysteme, angefangen bei der Erstellung von Systemmodellen in UML bis zur Implementierung in einer objektorientierten Programmiersprache. Die Vorlesung bietet eine Einführung in folgende Themenbereiche: - Softwareentwurf - Analyse- und Entwurfsprozess - Schichten-Architektur - UML-Diagramme - Objektorientierte Programmierung (Vererbung, abstrakte Klassen und Schnittstellen, Polymorphie) - Entwurfsmuster und Klassenbibliotheken - Ausnahmebehandlung - Datenhaltungs-Konzepte - Grafische Benutzeroberflächen - Parallele Programmierung - Programmieren in Java - Datenbanken - XML - HTML

**Modulteil: Informatik 2 (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Übung zu Informatik 2 (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Verwaltung der Übungen erfolgt über den Digicampus-Kurs zur Vorlesung "Informatik 2". Für die Anmeldung zum Übungsbetrieb lesen Sie die entsprechende Ankündigung im Kurs zur Vorlesung - die Anmeldung zum Übungsbetrieb ist z.B. über diesen Link erreichbar: Zugangslink: <https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/enrolment/apply/01aa1d870a29aa008f86836066ebeeef>

**Prüfung**

**Informatik 2**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

Die Prüfung findet in der Regel in der 3. Woche nach Vorlesungsende (Anfang / Mitte August) statt. Sie kann im darauf folgenden Semester vor Beginn der Vorlesungszeit (Anfang Oktober) wiederholt werden.

<b>Modul INF-0199: Multimedia Grundlagen I (für B.Sc. Physik)</b> <i>Foundations of Multimedia I</i>		6 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse der maschinellen Verarbeitung von multimedialen Daten (Ton, Bild und Video), sowohl mit klassischen Methoden als auch mittels maschinellem Lernen. Sie sind in der Lage, bekannte Verfahren auf dem Gebiet der Verarbeitung von Multimediadaten zu verstehen und programmatisch umzusetzen, sowie die erlernten Prinzipien auf neue Probleme geeignet anzuwenden. Sie entwickeln Fertigkeiten zur logischen, analytischen und konzeptionellen Denken im Bereich der digitalen Signalverarbeitung und multimedialen Datenverarbeitung.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> mathematische-formale Grundlagen; quantitative Aspekte der Informatik; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Problemstellungen; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien; Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Kenntnisse praxisrelevanter Aufgabenstellungen</p>		
<p><b>Bemerkung:</b> Am Anfang der Vorlesung werden grundlegende mathematische Konzepte eingeführt (Komplexe Zahlen, Ableitungen), die den Physikstudierenden bereits in anderen Vorlesungen vermittelt wurden. Deswegen ist ihr Arbeitsaufwand gegenüber Studierenden der Informatik um 25% geringer.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> keine</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Erfolgreiche Teilnahme der Abschlussklausur</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p>		
<p><b>Modulteil: Multimedia Grundlagen I (Vorlesung)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Mathematische Grundlagen (Komplexe Zahlen, Matrizen und Vektoren, mehrdimensionale Ableitungen, Geometrische Reihen)</li> <li>3. Digitale Signalverarbeitung (Lineare zeitinvariante Systeme und Fourier-Transformation)</li> <li>4. Digitale Bildverarbeitung (Kameramodelle, Farbräume, Bildoperationen, Segmentierung)</li> <li>5. Maschinelles Lernen (Begriffe, Lineare Regression und Polynominterpolation, Konzeptlernen, Neuronale Netze)</li> </ol>		

**Literatur:**

Zu 3.

- Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., and Buck, J. R. Discrete-time signal processing. Prentice-Hall, 2nd edition. 1999
- Richard G. Lyons. Understanding Digital Signal Processing. Prentice Hall, 3rd edition. 2010

Zu 4.

- Bernd Jähne. Digital Image Processing. Springer Verlag
- David A. Forsyth and Jean Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458

Zu 5.

- Tom Mitchell. Machine Learning. McGraw Hill, 1997

**Modulteil: Multimedia Grundlagen I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Multimedia Grundlagen I (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0200: Systemnahe Informatik (für B.Sc. Physik)</b> <i>Foundations of Computer Architecture and Operating Systems</i>		6 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben Kompetenzen in den folgenden Bereichen auf einem grundlegenden, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: Aufbau von Mikrorechnern, Mikroprozessoren, Pipelining, Assemblerprogrammierung, Parallelprogrammierung und Betriebssysteme. Sie können die Funktionsweise von wichtigen Komponenten von Mikroprozessoren und Betriebssystemen nachvollziehen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, RISC- und CISC-Architekturen voneinander abzugrenzen, In-Order und Out-of-Order-Architekturen zu unterscheiden, die Auswirkungen von Compileroptimierungen auf Laufzeit und Programmgröße einzuschätzen sowie den Einfluss verschiedener Erweiterungen auf das Gesamtsystem einzuordnen. Weiterhin erwerben sie durch praktische Übungen Programmierkenntnisse in RISC-V-Assembler sowie paralleler Programmierung. Sie wenden deren grundlegende Konzepte mit C + POSIX-Threads in praxisrelevanten Aufgabestellungen an.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz im Bereich der Systemnahen Informatik; Abwägung von Lösungsansätzen; Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben; Selbstreflexion; Fertigkeit zur Zusammenarbeit in Teams; Qualitätsbewusstsein, Akribie</p>		
<p><b>Bemerkung:</b> In diesem Modul sind die Prüfungsanforderungen entsprechend dem Arbeitsaufwand von 6 LP im Vergleich zum Modul INF-0138 reduziert. Aus diesem Grund ist auch eine reduzierte Klausurdauer von 60 min vorgesehen.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Modul Informatik 1 (INF-0097) - empfohlen</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p>		
<p><b>Modulteil: Systemnahe Informatik (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00</p>		
<p><b>Inhalte:</b> Der erste Teil der Vorlesung gibt eine Einführung in die Mikroprozessortechnik. Es werden hier Prozessoraufbau und Mikrocomputersysteme behandelt und ein Ausblick auf Server und Multiprozessoren gegeben. Dieser Bereich wird in den Übungen durch Assemblerprogrammierung eines RISC-Prozessors vertieft. Im zweiten Teil der Vorlesung werden Grundlagen der Multicores und der parallelen Programmierung gelehrt. Der dritte Teil beschäftigt sich mit Grundlagen von Betriebssystemen. Die behandelten Themenfelder umfassen unter anderem Prozesse/Threads, Synchronisation, Scheduling und Speicherverwaltung. Die Übungen zur parallelen Programmierung und zu Betriebssystemtechniken runden das Modul ab.</p>		

**Literatur:**

- U. Brinkschulte, T. Ungerer: Mikrocontroller und Mikroprozessoren, 3. Auflage, Springer-Verlag, 2010
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization and Design, 5. Auflage, Elsevier, 2013
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Rechnerorganisation und Rechnerentwurf, 5. Auflage, De Gruyter Oldenbourg, 2016
- A. S. Tanenbaum, H. Bos: Moderne Betriebssysteme, 4. Auflage, Pearson, 2016
- Theo Ungerer: Parallelrechner und parallele Programmierung, Spektrum-Verlag, 1997
- R. Brause: Betriebssysteme: Grundlagen und Konzepte, 3. Auflage Springer-Verlag, 2013

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Systemnahe Informatik (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Vorlesung ist in drei Teile geteilt: Rechnerarchitektur, Systemnahe Programmierung und Betriebssysteme. Der ersten beiden Teile geben eine Einführung in die Mikroprozessortechnik. Es werden hier Prozessoraufbau und Mikrocomputersysteme behandelt und ein Ausblick auf Server-Rechner und Multiprozessoren gegeben. Diese Bereiche werden in den Übungen durch Assemblerprogrammierung eines RISC-Prozessors sowie POSIX-Programmierung vertieft. Der dritte Teil beschäftigt sich mit den Grundlagen der Betriebssysteme. Stichpunkte hierbei sind Prozesse/Threads, Synchronisation, Scheduling und Speicherverwaltung.

**Modulteil: Systemnahe Informatik (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Systemnahe Informatik (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Verwaltung der Übungen erfolgt über den Digicampus-Kurs zur Vorlesung "Systemnahe Informatik". Für die Anmeldung zum Übungsbetrieb lesen Sie die entsprechende Ankündigung im Kurs zur Vorlesung - die Anmeldung zum Übungsbetrieb ist z.B. über diesen Link erreichbar: [https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details/?sem\\_id=b5c926fa52c7355c9043edfb3ca1e56b](https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details/?sem_id=b5c926fa52c7355c9043edfb3ca1e56b)

**Prüfung**

**Systemnahe Informatik (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0073: Datenbanksysteme</b> <i>Database Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die in der Vorlesung Datenbanksysteme I vermittelten fachlichen Grundlagen in die Praxis umzusetzen. Diese umfassen vor allem Datenorganisation, Datenmodelle, konzeptionelle Modellierung mit ER, das relationales Modell sowie deklarative Datendefinition und Anfragen mit SQL. Darüber hinaus haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis von Implementierungstechniken von Datenbanksystemen wie Datenspeicherung und Indexe, Anfragebearbeitung mit Optimierung und Transaktionsverwaltung und können deren Auswirkungen auf die Praxis einordnen.</p> <p>Sie verfügen über fachspezifische Kenntnisse grundlegende Problemstellungen im Bereich Datenbanken zu verstehen und durch Anwenden erlernter Fähigkeiten zu lösen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern; Eigenständiges Arbeiten mit Datenbanksystemen; Abstraktionsfähigkeit; Analytische und strukturierte Problemlösungsstrategien; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programm und Modelle, Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen; Kenntnisse der Vor-/Nachteile von Entwurfsalternativen und Bewertung im jeweiligen Zusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen;</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Informatik 2 (INF-0098) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Datenbanksysteme (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00</p>		
<p><b>Inhalte:</b> Die Vorlesung beinhaltet grundlegende Konzepte von Datenbanksystemen und deren Anwendungen. Konkrete Inhalte sind: DB-Architektur, Entity-Relationship-Modell, Relationenmodell, Relationale Query-Sprachen, SQL, Algebraische Query-Optimierung, Implementierung der Relationenalgebra, Ablaufsteuerung paralleler Transaktionen, DB-Recovery und verteilte Transaktionen, Normalformentheorie.</p>		

**Literatur:**

- Kemper, A.; Eickler, A.: Datenbanksysteme, Oldenburg, 2011  
(alle Auflagen für diese Vorlesung nutzbar)
- Elmasri, R.; Navathe, S.B.: Grundlagen von Datenbanksystemen (3. aktualisierte Auflage)  
(auch auf Englisch)
- Saacke, Sattler, Heuer: Datenbanken – Konzepte und Sprachen
- Kießling, W.; Köstler, G.: Multimedia-Kurs Datenbanksysteme – auch Skript der Vorjahre
- Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book. Pearson, 2nd revised Edition, 2013.

**Modulteil: Datenbanksysteme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Datenbanksysteme (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0133: Selbstorganisierende, adaptive Systeme</b> <i>Self-Organising, Adaptive Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS20/21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben vertiefte Fachkenntnisse über die Eigenschaften und den Aufbau selbst-organisierender Systeme aus der Biologie, Soziologie, Physik und anderen Bereichen und der systematischen Modellierung und Konstruktion adaptiver Systeme in der Informatik und können solche Systeme analysieren und selbst entwerfen. Sie kennen Vor- und Nachteile verschiedener Entwurfsalternativen und können sie im Kontext der Problemstellung bewerten. Sie haben die Fertigkeit zum analytischen und konzeptionellen Denken und können geeignete Methoden auswählen und anwenden und wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen abgeben. Die Studierenden sind in der Lage, adaptive Systeme adäquat zu modellieren und dokumentieren.</p> <p>Außerdem kennen die Studierenden praxisrelevante Fragestellungen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten</li> <li>• Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis</li> </ul>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 60 Std. Übung (Präsenzstudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (Vorlesung)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester		
<b>SWS:</b> 2,00		
<p><b>Inhalte:</b> In der Vorlesung werden die Grundlagen verschiedener Selbst-Organisationsmechanismen sowie das Handwerkszeug, um diese in IT-Systemen einsetzen zu können, vermittelt. Im Verlauf der Veranstaltung werden verschiedene Beispiele für selbstorganisierende Systeme vorgestellt, untersucht und Anwendungen der erlernten Organisationsprinzipien auf Beispiele aus der Informatik erläutert. Schließlich werden Methoden betrachtet, mit deren Hilfe sich Selbst-Organisation und Adaptivität in die Entwicklung komplexer Computersysteme integrieren lassen. Konkrete Themen sind: Selbst-Organisation, Emergenz, Chaostheorie, zelluläre Automaten, Spieltheorie, Multi-Agentensysteme, Autonomic Computing, Organic Computing.</p>		

**Literatur:**

- Gleick: Chaos: Making a New Science, Penguin 2008
- Strogatz: Sync : The Emerging Science of Spontaneous Order, Hyperion 2003
- Miller, Page: Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life, Princeton University Press 2007
- Dawkins: The Selfish Gene, Oxford University Press, 3rd Revised Edition
- Wolfram: A New Kind of Science, Wolfram Media Inc. 2002
- von Neumann, Morgenstern: Theory of Games and Economic Behavior, 2004
- Folienhandout

**Modulteil: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 4,00

**Prüfung**

**Selbstorganisierende, adaptive Systeme**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul PHM-0038: Abschlussleistung (Bachelorarbeit und Kolloquium)</b> <i>Final Achievement (Bachelor Thesis and Colloquium)</i>		12 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> Entsprechend dem gewählten Thema		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen vertieft eine wissenschaftliche Methode sowie Techniken der Literaturrecherche,</li> <li>• sind in der Lage, unter Anleitung experimentelle oder theoretische Methoden zur Bearbeitung eines vorgegebenen Themas einzusetzen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, ein physikalisches Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist weitgehend selbständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten sowie die Ergebnisse schriftlich und mündlich darzustellen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Team- und Kommunikationsfähigkeit, Durchhaltevermögen, schriftliche und mündliche Darstellung eigener (experimenteller oder theoretischer) Ergebnisse, Einschätzung der Relevanz eigener Ergebnisse</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Die Bachelorarbeit ist innerhalb von drei Monaten nach Ausgabe des Themas abzugeben. Auf Antrag des Kandidaten/der Kandidatin kann der Prüfungsausschuss die Bearbeitungszeit in begründeten Fällen verlängern. Das Kolloquium findet in der Regel in einem Zeitraum von vier bis sechs Wochen nach Abgabe der Bachelorarbeit statt. Stoff des Kolloquiums ist der Themenkreis der schriftlichen Abschlussarbeit. Das Kolloquium beginnt mit einem Vortrag über die Inhalte der Abschlussarbeit von etwa 20 Minuten Dauer. Die Note des Moduls „Abschlussleistung“ wird bei der Bildung der Endnote des Bachelorstudiengangs doppelt gewichtet.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 360 Std. 80 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 280 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Gemäß Prüfungsordnung: Beginn in der Regel erst nach Erreichen von 140 Leistungspunkten Empfohlen: Für theoretische Bachelorarbeiten sollten die Module Theoretische Physik I – III abgelegt sein, für experimentelle Bachelorarbeiten die Module Physik I – V sowie das Physikalische Anfänger- und das Physikalische Fortgeschrittenenpraktikum.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Schriftliche Abschlussarbeit und Kolloquium von 40 – 50 min. Die Abschlussarbeit geht zu 80 % und das Kolloquium zu 20 % in die Modulgesamtnote ein.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 8,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Abschlussleistung (Bachelorarbeit und Kolloquium)</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 0,00		

---

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben

<b>Modul PHM-0039: Vorkurs Mathematik für Physiker und Materialwissenschaftler</b> <i>Pre-Course: Mathematics for Physicists and Materials Scientists</i>		0 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Michael Dzierzawa Prof. Dr. Andreas Rathgeber		
<b>Inhalte:</b> In diesem Vorkurs werden die Gebiete der Schulmathematik, die für den Studieneinstieg dringend benötigt werden, wiederholt und eingeübt. Dazu gehören insbesondere Vektorrechnung, Differential- und Integralrechnung und - optional - Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Für Wirtschaftsingenieure und Ingenieurinformatiker werden vier Vorlesungseinheiten Stochastik mit folgenden Inhalten angeboten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> <li>• Normalverteilung</li> <li>• Korrelationsanalyse</li> <li>• Ausgleichsrechnung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Lernziel des Vorkurses ist es, die unterschiedlichen Vorkenntnisse in der Mathematik auszugleichen und die für einen zügigen Studienbeginn notwendigen Rechenfertigkeiten einzuüben. Lernergebnis: Die Studierenden kennen die verschiedenen Gebiete der Schulmathematik. Sie besitzen die Fertigkeit, einfache mathematische Aufgaben zu bearbeiten.		
<b>Bemerkung:</b> Der Vorkurs findet in der Regel an zehn Tagen direkt vor dem Beginn des Wintersemesters statt, mit Vorlesungen vormittags und Übungen nachmittags.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 110 Std. 80 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Es werden keine Leistungspunkte vergeben.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 0,14 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Vorkurs Mathematik für Physiker und Materialwissenschaftler</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich vor jedem WS <b>SWS:</b> 3,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

- Vektorrechnung
- Elementare Funktionen
- Differentialrechnung
- Integralrechnung
- Fortsetzung Integralrechnung oder Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung

**Literatur:**

- Arnfried Kemnitz, Mathematik zum Studienbeginn (Springer-Verlag, 2014)
- Guido Walz, Frank Zeilfelder, Thomas Rießinger, Brückenkurs Mathematik für Studieneinsteiger aller Disziplinen (Springer Spektrum, 2014)
- Erhard Cramer, Johanna Nešlehová, Vorkurs Mathematik (Springer Spektrum, 2015)
- Walter Purkert, Brückenkurs Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler (Vieweg+Teubner, 2011)

**Modulteil: Übung zu Vorkurs Mathematik für Physiker und Materialwissenschaftler**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jährlich vor jedem WS

**SWS:** 3,00

<b>Modul PHM-0040: Industriepraktikum</b> <i>Internship</i>		0 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ferdinand Haider		
<b>Inhalte:</b> Voraussetzung für das Industriepraktikum seitens der betreuenden Einrichtung:  Dem Studenten/Der Studentin soll die Möglichkeit zur qualifizierten Mitarbeit geboten werden. Es ist erwünscht, dass der Student/die Studentin seine an der Universität erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten einsetzen kann, zum Beispiel in den folgenden Bereichen: Planung, Forschung und Entwicklung; Organisation/EDV; Produktionskontrolle/-fertigung, Qualitätssicherung		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind mit den später auf sie zukommenden praktischen Problemen der Berufsausübung vertraut.		
<b>Bemerkung:</b> Informationen über den Ablauf sowie eine Liste der Praktika anbietenden Firmen sind im Internet unter <a href="http://www.physik.uni-augsburg.de/lehrstuehle/exp1/lehre/i_praktikum/">http://www.physik.uni-augsburg.de/lehrstuehle/exp1/lehre/i_praktikum/</a> zu finden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 320 Std. 40 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 280 Std. Praktikum (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> abhängig vom angestrebten Praktikumsplatz bzw. davon, bei welchem Unternehmen ein Praktikum angestrebt wird		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 0 Semester
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Industriepraktikum</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf <b>SWS:</b> 0,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> –

<b>Modul PHM-0227: Astrophysik</b> <i>Astrophysics</i>		0 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<b>Inhalte:</b> 1. Anblick des Universiums von der Erde aus 2. Teleskope 3. Atomphysik für Astrophysiker 4. Sternentwicklung und Sternklassifikation 5. Entfernungsmessung im All 6. Sonnensystem 7. Galaxien und dunkle Materie 8. Urknalltheorie und dunkle Energie 9. Allgemeine Relativitätstheorie		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Konzepte, Phänomenologie und grundlegende Theorien zur Entstehung und Beschreibung von Himmelskörpern und deren physikalische Eigenschaften</li> <li>• haben die Fertigkeiten, astronomische Beobachtungen in den Kontext allgemein anerkannter Theorien zu setzen</li> <li>• besitzen die Kompetenz, astrophysikalische Zusammenhänge zu erkennen und eigene astrophysikalische Fragestellungen eigenständig zu beantworten und aktuelle Forschungsergebnisse zu verstehen</li> <li>• erhalten integrierten Erwerb von Schlüsselqualifikationen: analytisch-methodische Kompetenz, wissenschaftliches Denken, astrophysikalische Beobachtungen, themenübergreifende Anwendungen verschiedener physikalischer Sachverhalte</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 60 Std. 30 Std. laufende Vor- und Nachbereitung (Selbststudium) 30 Std. Teilnahme an Lehrveranstaltungen (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> PHM-0005 - Physik III: Atom- und Molekülphysik		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Für dieses Modul werden keine Leistungspunkte vergeben.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Astrophysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> PD Dr. German Hammerl <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Astrophysik</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

**Prüfung**

**Astrophysik Astrophysik**

Beteiligungsnachweis / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet