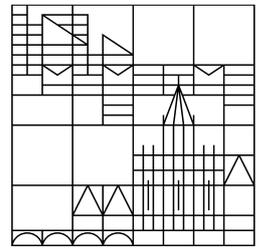


Universität  
Konstanz

FB Physik



# Modulhandbuch

## Bachelor-Studiengang Physik

Stand: 07. Juli 2021



## Inhalt

|  |    |
|--|----|
| Qualifikationsziele .....                                      | 5  |
| Integrierter Kurs II.....                                      | 9  |
| Integrierter Kurs III.....                                     | 11 |
| Integrierter Kurs IV .....                                     | 13 |
| mündliche Prüfung Integrierter Kurs, Experimentalphysik .....  | 14 |
| mündliche Prüfung Integrierter Kurs, theoretische Physik ..... | 15 |
| Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum I .....                       | 16 |
| Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum II .....                      | 18 |
| Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum III .....                     | 19 |
| Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum IV.....                       | 21 |
| Fortgeschrittenen-Praktikum I.....                             | 22 |
| Analysis I .....   | 23 |
| Analysis II .....  | 24 |
| Analysis III, Gewöhnliche Differentialgleichungen.....         | 25 |
| mathematisches Wahlfach .....                                  | 26 |
| Funktionentheorie (math. Wahlfach).....                        | 27 |
| Optimierung (math. Wahlfach) .....                             | 28 |
| Lineare Algebra I.....   | 29 |
| Mathematik für Physikerinnen/Physiker I.....                   | 30 |
| Mathematik für Physikerinnen/Physiker II.....                  | 31 |
| Mathematik für Physikerinnen/Physiker III.....                 | 33 |
| Allgemeine Chemie für Nebenfachstudierende .....               | 34 |
| Festkörperphysik .....   | 36 |
| Kernphysik.....  | 37 |
| Höhere Quantentheorie und Elektrodynamik .....                 | 38 |
| Statistische Mechanik .....                                    | 39 |
| Mess- und Steuertechnik .....                                  | 40 |
| Physikalisches Wahlfach.....                                   | 41 |
| Laserphysik und Nichtlineare Optik (phys. Wahlfach).....       | 42 |
| Halbleiterphysik (phys. Wahlfach).....                         | 43 |
| Schlüsselqualifikation .....                                   | 44 |
| Computerphysik (Schlüsselqualifikation) .....                  | 45 |
| Methodenkenntnis .....   | 46 |

Bachelor-Arbeit..... 47  
Arbeitsgruppenseminar ..... 48  
Präsentation der Bachelor-Arbeit..... 49

## Qualifikationsziele

Das Physikstudium ist eine wissenschaftliche Ausbildung, die die Grundlage für eine spätere Berufstätigkeit in der Wissenschaft, Wirtschaft oder Industrie bildet. Das Hauptaugenmerk dieser Ausbildung liegt auf der Schulung des analytischen Denkens, des Erlernens physikalischer Theorien sowie mathematischer Methoden, des eigenständigen physikalischen Experimentierens, der praktischen Umsetzung und Anwendung des erworbenen Wissens sowie der Fähigkeit, dieses Wissen auch in interdisziplinären Kontexten schriftlich und verbal zu kommunizieren. Das Studium nimmt damit die Vorschläge zur Ausgestaltung des Physik-Studiums der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) sowie der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) auf.

Neben der Vermittlung von speziellem physikalischem Wissen werden dabei spezifische Denk- und Arbeitsformen erlernt, die sich durch Abstraktionsvermögen und Kreativität auszeichnen. Eigenständiges Entwerfen und Durchführen physikalischer Experimente zur Klärung neuer physikalischer Fragestellungen mit state-of-the-art-Geräten und die dazu notwendigen EDV-Kenntnisse sind elementare Bestandteile dieser Ausbildung. Da die erworbenen Fähigkeiten in weiten Bereichen von Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft gefragt sind und darüber hinaus von gesellschaftlicher Relevanz sind, soll den Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs ein breites Spektrum von attraktiven und zukunftssträchtigen Berufsfeldern eröffnet werden. Durch die intensive aktive Auseinandersetzung mit physikalischen Problemstellungen erfahren die Studierenden eine Flexibilität und Offenheit des Denkens, die auch auf andere Bereiche des professionellen und öffentlichen Lebens ausdehnbar ist. Durch den aktiven Erwerb fundierter physikalischer Erkenntnisse und mathematischer Methoden erhalten die Studierenden die Befähigung zum Erkennen von Analogien sowie die Fähigkeit zum Erkennen, Formulieren und Lösen von Problemen. Sie üben konzeptionelles, analytisches und logisches Denken in komplexen Zusammenhängen ein und entwickeln Lernstrategien für lebenslanges Lernen.

Ziel des **Bachelor-Studiengangs Physik** ist eine grundlagenorientierte Ausbildung in allen Bereichen der Physik, den dazu notwendigen mathematischen Methoden sowie die Vermittlung von überfachlichen Schlüsselqualifikationen. Es werden Methoden, Arbeitsweisen und Inhalte vermittelt, die berufsbezogen umgesetzt werden können und zur Aufnahme eines weiterführenden Master-Studiums befähigen. Das Curriculum gliedert sich in die Bereiche Experimentalphysik und Theoretische Physik, die in einem Integrierten Kurs über 4 Semester vermittelt werden, Anfängerinnen- und Anfängerpraktika, Fortgeschrittenenpraktika, Mathematik in zwei unterschiedlichen Zweigen, einen physikalischen Wahlbereich und die Möglichkeit, nichtphysikalische Nebenfächer in unterschiedlichem Umfang zu belegen. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, physikalische Problemstellungen in Wissenschaft und Wirtschaft sowohl mit theoretischen als auch experimentellen Methoden anzugehen. Über die rein fachliche Ausbildung hinaus werden im Studium auch die Fähigkeit zur Analyse und Lösung von Problemen, die schriftliche und verbale Kommunikation, die wissenschaftliche Ambiguitätstoleranz und das Durchhaltevermögen gestärkt. Das erfolgreich abgeschlossene Bachelor-Studium soll unter anderem befähigen

- zur Mitarbeit in einem Team aus Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern, Ingenieurinnen und Ingenieuren, Mathematikerinnen und Mathematikern, oder Informatikerinnen und Informatikern in Industrie und Wirtschaft,
- zur Wahrnehmung von Aufgaben im Bereich Forschung- und Entwicklung, Applikation und Vertrieb,
- zur Weiterqualifikation in Weiterbildungsprogrammen und
- zum Master-Studium.

Entsprechend einer Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V. gibt es keine Akzeptanz für universitäre Bachelor-Absolventinnen und Absolventen in der Wirtschaft (Der Bachelor-Abschluss in Physik in der Wirtschaft, <http://www.dpg-hysik.de/veroeffentlichung/>)

broschueren/studien/bachelorstudie\_2011.pdf). Entsprechend muss es das Ziel des Bachelor-Studiums sein, einen möglichst hohen Prozentsatz der Studierenden für das Master-Studium zu qualifizieren.

## Integrierter Kurs I

|  |  |                              |         |
|--|--|------------------------------|---------|
| <b>Credits:</b>  | 9  | <b>Dauer:</b>                | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jährlich (WiSe)  | <b>Empfohlenes Semester:</b> | 1. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 5 SWS<br>Übung: 2 SWS   | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |                              |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>105 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbereitung (9h pro Woche);<br>30 Stunden Prüfungsvorbereitung  |  |                              |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li></ul>   | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>schriftliche Prüfung</li></ul> |                              |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |  |                              |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><br><b>math. Grundlagen:</b> Vektoralgebra und Vektoranalysis, komplexe Zahlen, Differentialgleichungen, Integralrechnung<br><br><b>Mechanik:</b> Mechanik des Massenpunktes, Newtonsche Axiome, einfache eindimensionale Systeme, Energie und Potenzial, Keplersche Gesetze, Planetenbewegungen, harmonischer Oszillator, Bewegung in drei Dimensionen, Erhaltungssätze in Mehrteilchensystemen, Stoßgesetze, Dynamik starrer ausgedehnter Körper  |  |                              |         |
| <b>Lernziele:</b><br><br>Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erklären. Dazu gehört das Erläutern des theoretischen Hintergrundes von vorgeführten Experimenten sowie deren Ausgang. Sie können einfache unbekannte Aufgaben der Mechanik eigenständig bearbeiten. Dazu stellen sie Bewegungsgleichungen auf und lösen sie durch bekannte Verfahren, erkennen die in einem System wirkenden Kräfte, greifen auf Erhaltungsgrößen und geeignete Darstellungen in kartesischen bzw. Polarkoordinaten zurück und idealisieren und nähern Systeme auf geeignete Weise. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die gelernten mathematischen Methoden für vektorielle Größen und Felder in unbekanntem Aufgaben anzuwenden.<br><br>Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel bedienen. |  |                              |         |

Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden.

## Integrierter Kurs II

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 9               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 2. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 5 SWS<br>Übung: 2 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>105 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbereitung (9h pro Woche);<br>30 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I (empfohlen)  |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><br><b>Hydrostatik und -dynamik:</b> laminare Strömungen, Strömungsgleichungen (Euler-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung)<br><br><b>Elektro- und Magnetostatik:</b> Coulomb-Gesetz, Feld, Potential, Gaußsches Gesetz, Poissongleichung, Dipol, Multipole; elektrischer Strom, Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln; Grundlagen der Magnetostatik, Lorentzkraft, Biot-Savart-Gesetz, Amperesches Gesetz, Materie im Magnetfeld<br><br><b>Elektrodynamik:</b> Maxwellsche Gleichungen, Induktionsgesetz, Lenzsche Regel, elektrische Anwendungen, elektromagnetische Schwingungen, Schwingkreis, gedämpfte elektromagnetische Schwingung, Hertzscher Dipol<br><br><b>math. Grundlagen:</b> Rotation und Divergenz von Vektorfeldern, Satz von Gauss, Satz von Stokes |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br><br>Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und zu erklären. Sie können ihr erlerntes Wissen auf einfache Aufgaben anwenden und diese selbstständig lösen. Insbesondere erkennen sie hydrodynamische und hydrostatische Phänomene im Alltag und können diese mit den erlernten Theorien erklären.<br><br>Sie sind in der Lage die Begriffe Spannung, Strom und Potential voneinander abzugrenzen und die Beziehungen dieser Begriffe untereinander darzustellen.   |                 |  |         |

Quantitative Vorhersagen über das Verhalten elektrischer Schaltungen für Gleich- und Wechselstrom sind ihnen mit Hilfe geeigneter Formeln möglich. Sie können die Felder einfacher Anordnungen von Ladungen bzw. Strompfaden berechnen und kennen den Unterschied zwischen Nah- und Fernfeld. Sie können den Ursprung von permanenten und durch Elektromagnete erzeugten Feldern erklären und die Feldverteilung sowie den Einfluss von Materie auf das Feld erklären. Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von elektrischen und magnetischen Feldern sowie Ihre Wechselwirkung mit Materie können von ihnen erklärt werden.

Sie kennen die Wirkung veränderlicher magnetischer und elektrischer Felder und die damit verknüpften Phänomene und Anwendungen. Einfache Rechnungen, auch unter Zuhilfenahme komplexer Größen, können sie selbstständig ausführen.

Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel bedienen. Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematischen Methoden.

## Integrierter Kurs III

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 13              | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 3. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 7 SWS<br>Übung: 4 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>165 Stunden Präsenzstudium; 180 Stunden Vor- und Nachbereitung (12h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I und II (empfohlen)   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><p><b>Optik:</b> Licht als elektromagnetische Welle, Polarisierung, klassische Modelle der Licht-Materie-Wechselwirkung, Brechungsindex und Dispersion, geometrische Optik, Wellenoptik, Interferenz, Beugung, Streuung</p> <p><b>spez. Relativitätstheorie:</b> Relativitätsprinzip und Lorentz-Transformation, Einsteinsche Bewegungsgleichungen</p> <p><b>Thermodynamik:</b> Grundgrößen der Thermodynamik (Energie, Entropie, Temperatur, Druck, Volumen, Teilchenzahl, chemisches Potential) und ihre experimentelle Bestimmung, ideale und reale Gase, thermische Eigenschaften der Materie, Hauptsätze der Thermodynamik, Entropie und Irreversibilität, formale Aspekte der Thermodynamik, Phasenübergänge</p> <p><b>analytische Mechanik:</b> Formulierungen der Mechanik nach Lagrange und Hamilton, Variationsprobleme, Symmetrien und Erhaltungssätze; Störungsrechnung und Näherungsverfahren</p> |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und zu erklären. Sie ziehen die Beschreibung von Licht als elektromagnetische Welle zur Erklärung auch unbekannter Effekte heran und können Phänomene der geometrischen Optik mit Hilfe des Wellenmodells erklären und entsprechende Aufgaben lösen. Insbesondere kennen sie unterschiedliche  |                 |  |         |

Arten der Wechselwirkung mit Materie und können qualitative und quantitative Vorhersagen über unbekannte Systeme machen.

Sie kennen die grundlegenden Vorhersagen und Rechenmethoden der speziellen Relativitätstheorie und nutzen sie zum Lösen einfacher auch unbekannter Aufgaben. Sie bedienen sich dieser um Beispiele zu erklären, an denen relativistische Effekte beobachtbar sind, und können vorhersagen, ob relativistische Effekte in konkreten Situationen berücksichtigt werden müssen.

Die Studierenden nutzen die makroskopische Beschreibung der Thermodynamik zur Beschreibung bekannter und unbekannter Systeme. Sie können den Begriff der Entropie erklären und anhand von Beispielen veranschaulichen.

Sie können die Methoden der analytischen Mechanik auf einfache mechanische Systeme anwenden und deren Verhalten vorhersagen. Die Unterschiede der Beschreibung nach Lagrange und Hamilton können Sie erklären.

Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel bedienen. Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematischen Methoden.

## Integrierter Kurs IV

|  |                 |  |         |
|--|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>  | 13              | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 7 SWS<br>Übung: 4 SWS   |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>165 Stunden Präsenzstudium; 180 Stunden Vor- und Nachbereitung (12h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung  |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>   |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I bis III (empfohlen)   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><br><b>Quantenmechanik:</b> Grundlegende Beobachtungen (Strahlungsgesetze, Experimente zu Welle-Teilchen Dualismus); Schrödingersche Wellengleichung; Modellsysteme (eindimensionale Probleme, harmonischer Oszillator); Formaler Rahmen der Quantenmechanik; Drehimpuls und Wasserstoff-Atom; Spin; Atomspektren und Periodensystem; zeitunabhängige quantenmechanische Störungstheorie  |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br><br>Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und zu erklären. Sie können den Unterschied zwischen klassischen und quantenmechanischen Systemen und deren Verhalten erklären und beide vergleichen. Sie kennen die zentralen Begriffe der Quantenmechanik, können diese erklären sowie in konkreten Situationen anwenden. Vorhersagen zu einfachen Modellsystemen vor allem im Bereich der Atomphysik können sie selbstständig treffen.<br><br>Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und genannten Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel bedienen. Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematischen Methoden. |                 |  |         |

## mündliche Prüfung Integrierter Kurs, Experimentalphysik

|   |              |  |   |
|---|--------------|--|---|
| <b>Credits:</b>   | 2            | <b>Dauer:</b>                            |   |
| <b>Häufigkeit:</b>  | halbjährlich | <b>Empfohlenes Semester:</b>             | 4./5. Sem.  |
| <b>Lehrform:</b>  |              | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b> | Pflicht   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>  |              |  |   |
| 60 Stunden Prüfungsvorbereitung vollzeit  |              |  |   |
| <b>Studienleistungen:</b>   |              | <b>Prüfungsleistungen:</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul> |
| <b>Voraussetzungen:</b>   |              |  |   |
| Integrierter Kurs I bis IV  |              |  |   |
| <b>Lehrinhalte:</b>   |              |  |   |
| Die Prüfung umfasst den Stoff der Module Integrierter Kurs I bis IV, die die experimentelle Physik betreffen.   |              |  |   |
| <b>Lernziele:</b>   |              |  |   |
| <p>Die Studierenden kennen die in den einzelnen Modulen des Integrierten Kurses vermittelten Inhalte, können diese erklären, anhand einfacher Beispiele erkennen und veranschaulichen. Sie sind in der Lage diese Inhalte mit einander in Verbindung setzen bzw. von einander abgrenzen. Sie können Parallelen und Unterschiede der verschiedenen Themengebiete aufzeigen und erklären. Sie sind in der Lage einfache Messmethoden und wichtige physikalische Experimente korrekt zu beschreiben.</p> |              |  |   |

## mündliche Prüfung Integrierter Kurs, theoretische Physik

|  |              |   |            |
|--|--------------|---|------------|
| <b>Credits:</b>  | 2            | <b>Dauer:</b>   |            |
| <b>Häufigkeit:</b>   | halbjährlich | <b>Empfohlenes Semester:</b>  | 4./5. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>   |              | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b>                              | Pflicht    |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   |              |   |            |
| 60 Stunden Prüfungsvorbereitung vollzeit   |              |   |            |
| <b>Studienleistungen:</b>  |              | <b>Prüfungsleistungen:</b>  |            |
|  |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul> |            |
| <b>Voraussetzungen:</b>  |              |   |            |
| Integrierter Kurs I bis IV   |              |   |            |
| <b>Lehrinhalte:</b>  |              |   |            |
| Die Prüfung umfasst den Stoff der Module Integrierter Kurs I bis IV, die die theoretische Physik betreffen.  |              |   |            |
| <b>Lernziele:</b>  |              |   |            |
| Die Studierenden kennen die in den einzelnen Modulen des Integrierten Kurses vermittelten Inhalte, können diese erklären, anhand einfacher Beispiele erkennen und veranschaulichen. Sie sind in der Lage diese Inhalte mit einander in Verbindung setzen bzw. von einander abgrenzen. Sie können Parallelen und Unterschiede der verschiedenen Themengebiete aufzeigen und erklären. Einfache Herleitungen formelhafter Beziehungen können sie für bekannte Systeme reproduzieren. |              |   |            |

## Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum I

|   |                 |   |         |
|---|-----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>   | 3               | <b>Dauer:</b>                                       | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>                        | 1. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 1 SWS<br>Praktikum: 6 Versuche (je 3 h)  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br><br>15 Stunden Präsenzstudium; 6 Stunden Vor- und Nachbereitung der Vorlesung; 18 Stunden Praktikum; 51 Stunden Vor- und Nachbereitung des Praktikums (8,5 h pro Versuch)   |                 |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>• schriftliche Praktikumsberichte</li></ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b>                          |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |                 |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><br>Sicherheitsrichtlinien, Grundlagen guter wissenschaftlicher Praxis, Auswertung und kritische Würdigung von Messergebnissen, Statistik, Fortpflanzung von Messunsicherheiten;<br><br>Themengebiet Mechanik: harmonische Schwingungen, Drehbewegungen, Statistik, Kinematik  |                 |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br><br>Die Studierenden können sich anhand vorgegebener Literatur selbstständig auf die Durchführung eines Versuches vorbereiten. Dies beinhaltet Wissen über die relevante Theorie sowie die verwendeten Mess- und Auswertungsverfahren, welches in einem Vorgespräch wiedergegeben und bei der selbstständigen Durchführung und Auswertung angewendet werden kann. Sie sind in der Lage, einfache Experimente der oben genannten Themengebiete einer Durchführungsbeschreibung folgend selbstständig durchzuführen, Daten inklusive relevanter Unsicherheiten aufzunehmen und einen einfachen wissenschaftlichen Bericht zu den physikalischen Grundlagen, der Durchführung und Auswertung des Versuches zu verfassen. Sie berücksichtigen und bewerten dabei Messunsicherheiten, schätzen durch Rechnung die kombinierte Unsicherheit des Endergebnisses ab und vergleichen das Ergebnis mit Literaturwerten. Bei der Erstellung des Berichts wenden sie übliche Zitiertechniken an.<br>Diese Ziele sind für alle Anfängerinnen-/Anfängerpraktika gültig und sollen nach |                 |   |         |

Abschluss aller vier Module beherrscht werden. Die Themenbereiche der Versuche variieren.

## Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum II

|   |                     |  |         |
|---|---------------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 4                   | <b>Dauer:</b>                            | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe)     | <b>Empfohlenes Semester:</b>             | 2. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>  |                     | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b> |         |
| Praktikum:  | 10 Versuche (je 3h) | Pflicht                                  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>  |                     |  |         |
| 30 Stunden Praktikum; 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Praktikums (9h pro Versuch)   |                     |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b>   |                     | <b>Prüfungsleistungen:</b>               |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Praktikumsberichte</li> </ul>   |                     |  |         |
| <b>Voraussetzungen:</b>   |                     |  |         |
| Anfängerinnen-/Anfänger-Praktikum I (empfohlen)   |                     |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b>   |                     |  |         |
| <b>Themenbereich Elektrizitätslehre:</b> Elektrostatik, Kraft auf bewegte Ladungen, Induktionsvorgänge, Gleich- und Wechselstromkreise, hochfrequente Wechselströme, elektromagnetische Wellen  |                     |  |         |
| <b>Lernziele:</b>   |                     |  |         |
| <p>Die Studierenden können sich anhand vorgegebener Literatur selbstständig auf die Durchführung eines Versuches vorbereiten. Dies beinhaltet Wissen über die relevante Theorie sowie die verwendeten Mess- und Auswertungsverfahren, welches in einem Vorgespräch wiedergegeben und bei der selbstständigen Durchführung und Auswertung angewendet werden kann. Sie sind in der Lage, einfache Experimente der oben genannten Themengebiete einer Durchführungsbeschreibung folgend selbstständig durchzuführen, Daten inklusive relevanter Fehler aufzunehmen und einen einfachen wissenschaftlichen Bericht zu den physikalischen Grundlagen, der Durchführung und Auswertung des Versuches zu verfassen. Sie berücksichtigen und bewerten dabei Messunsicherheiten, schätzen durch Rechnung die kombinierte Unsicherheit des Endergebnisses ab und vergleichen das Ergebnis mit Literaturwerten. Bei der Erstellung des Berichts wenden sie übliche Zitiertechniken an.</p> <p>Diese Ziele sind für alle Anfängerinnen-/Anfängerpraktika gültig und sollen nach Abschluss aller vier Module beherrscht werden. Die Themenbereiche der Versuche variieren.</p> |                     |  |         |

## Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum III

|   |                      |   |         |
|---|----------------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>   | 4                    | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe)      | <b>Empfohlenes Semester:</b>  | 3. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>  |                      | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b>  |         |
| Praktikum:  | 10 Versuche (je 3 h) | Pflicht   |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>  |                      |   |         |
| 30 Stunden Praktikum; 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Praktikums (9h pro Versuch)   |                      |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b>   |                      | <b>Prüfungsleistungen:</b>  |         |
|   |                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Praktikumsberichte</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b>   |                      |   |         |
| Anfängerinnen-/Anfänger-Praktikum I bis II (empfohlen)  |                      |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b>   |                      |   |         |
| <p><b>Themengebiet Optik:</b> Beugung, Kohärenz, Polarisierung, Doppelbrechung, optische Aktivität, Brechung und Reflexion, Dispersion, Auflösungsvermögen, einfache optische Instrumente, Holographie, Spektroskopie</p> <p><b>Themengebiet Thermodynamik:</b> Wärmekapazität, Freiheitsgrade, Zustandsänderungen von Gasen, Dampfdruck, latente Wärme, Gefrierpunktniedrigung, kritischer Punkt, Thermospannung, Wärmeleitung, Kreisprozesse</p>  |                      |   |         |
| <b>Lernziele:</b>   |                      |   |         |
| <p>Die Studierenden können sich anhand vorgegebener Literatur selbstständig auf die Durchführung eines Versuches vorbereiten. Dies beinhaltet Wissen über die relevante Theorie sowie die verwendeten Mess- und Auswertungsverfahren, welches in einem Vorgespräch wiedergegeben und bei der selbstständigen Durchführung und Auswertung angewendet werden kann. Sie sind in der Lage, einfache Experimente der oben genannten Themengebiete einer Durchführungsbeschreibung folgend selbstständig durchzuführen, Daten inklusive relevanter Unsicherheiten aufzunehmen und einen einfachen wissenschaftlichen Bericht zu den physikalischen Grundlagen, der Durchführung und Auswertung des Versuches zu verfassen. Sie berücksichtigen und bewerten dabei Messunsicherheiten, schätzen durch Rechnung die kombinierte Unsicherheit des Endergebnisses ab und vergleichen das Ergebnis mit Literaturwerten. Bei der Erstellung des Berichts wenden sie übliche Zitiertechniken an.</p> |                      |   |         |

Diese Ziele sind für alle Anfängerinnen-/Anfängerpraktika gültig und sollen nach Abschluss aller vier Module beherrscht werden. Die Themenbereiche der Versuche variieren.

## Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum IV

|   |                      |   |         |
|---|----------------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>   | 4                    | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe)      | <b>Empfohlenes Semester:</b>  | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>  |                      | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b>  |         |
| Praktikum:  | 10 Versuche (je 3 h) | Pflicht   |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>  |                      |   |         |
| 30 Stunden Praktikum; 90 Stunden Vor- und Nachbereitung des Praktikums (9h pro Versuch)   |                      |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b>   |                      | <b>Prüfungsleistungen:</b>  |         |
|   |                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Praktikumsberichte</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b>   |                      |   |         |
| Anfängerinnen-/Anfänger-Praktikum I bis III (empfohlen)   |                      |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b>   |                      |   |         |
| Themengebiete Atom- und Quantenphysik: Photoeffekt, Röntgenstrahlung, Radioaktivität, Zeeman-Effekt, Optisches Pumpen, Energiezustände im Atom  |                      |   |         |
| <b>Lernziele:</b>   |                      |   |         |
| <p>Die Studierenden können sich anhand vorgegebener Literatur selbstständig auf die Durchführung eines Versuches vorbereiten. Dies beinhaltet Wissen über die relevante Theorie sowie die verwendeten Mess- und Auswertungsverfahren, welches in einem Vorgespräch wiedergegeben und bei der selbstständigen Durchführung und Auswertung angewendet werden kann. Sie sind in der Lage, einfache Experimente der oben genannten Themengebiete einer Durchführungsbeschreibung folgend selbstständig durchzuführen, Daten inklusive relevanter Unsicherheiten aufzunehmen und einen einfachen wissenschaftlichen Bericht zu den physikalischen Grundlagen, der Durchführung und Auswertung des Versuches zu verfassen. Sie berücksichtigen und bewerten dabei Messunsicherheiten, schätzen durch Rechnung die kombinierte Unsicherheit des Endergebnisses ab und vergleichen das Ergebnis mit Literaturwerten. Bei der Erstellung des Berichts wenden sie übliche Zitiertechniken an.</p> <p>Diese Ziele sind für alle Anfängerinnen-/Anfängerpraktika gültig und sollen nach Abschluss aller vier Module beherrscht werden. Die Themenbereiche der Versuche variieren.</p> |                      |   |         |

## Fortgeschrittenen-Praktikum I

|   |                                   |   |         |
|---|-----------------------------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>   | 6                                 | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jedes Semester                    | <b>Empfohlenes Semester:</b>  | 5. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>  | Praktikum<br>4 Versuche (je 11 h) | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b>  | Pflicht |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>44 Stunden Präsenzzeit; 136 Stunden Vor- und Nachbereitung (34h pro Versuch)  |                                   |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b>   |                                   | <b>Prüfungsleistungen:</b>  |         |
|   |                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Praktikumsberichte</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Anfängerinnen-/Anfänger-Praktikum I bis IV   |                                   |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Experimente zu grundlegenden physikalischen Effekten und Methoden aus den Gebieten der Atom-, Molekül-, Festkörper- und Kernphysik, der Photonik sowie der Physik der kondensierten Materie, Grundlagen guter wissenschaftlicher Praxis, allgemeine und spezielle Laborsicherheit.   |                                   |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden können ausgewählte physikalische Experimente mit Hilfe einer Betreuerin/ eines Betreuers planen und durchführen, Messdaten protokollieren und auswerten sowie ihre Messergebnisse mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten beurteilen. Für diesen Zweck sind sie in der Lage, relevante Informationen aus gegebenen – auch englischsprachigen – Publikationen und anderen wissenschaftlichen Texten zu entnehmen. Des Weiteren haben sie grundlegende Kenntnisse zur Präsentation überschaubarer wissenschaftlicher Ergebnisse. Sie können die wichtigen Details ihrer Arbeit auswählen, im Gespräch mit anderen wiedergeben und diesen damit die Durchführung desselben Experimentes erleichtern. Sie wenden die im Anfängerinnen-/Anfängerpraktikum erworbenen Kompetenzen an und vertiefen diese. |                                   |   |         |

## Analysis I

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 9               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>                         | 1. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (9h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br>• schriftliche Prüfung |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Analysis in einer Dimension: Zahlentheorie, Folgen und Reihen, Funktionen, Stetigkeit, Differentiation, Integration, Funktionenreihen  |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Analysis und können diese auf unbekannte Beispiele anwenden. Sie können unterschiedliche Beweistechniken kontextbezogen auswählen und benutzen, können die Bedeutung des Begriffs des Grenzwerts für die Analysis darstellen und können einschätzen, welche analytischen Hilfsmittel für konkrete Problemstellungen zielführend sind. Sie sind in der Lage selbstständig Sätze anzuwenden und kleinere Ergänzungen eigenständig zu beweisen und verfügen über einen in den Übungen erworbenen sicheren, präzisen und selbstständigen Umgang mit den grundlegenden Begriffen, Aussagen und Methoden der Analysis. Sie können sich Wissen zu mathematischen Themen selbst aneignen und kennen dazu geeignete Quellen. Sie können ihre Lösungen in geeigneter Weise und unter Verwendung geeigneter Fachsprache präsentieren. |                 |  |         |

## Analysis II

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 9               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 2. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (8h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Analysis I (empfohlen)   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Analysis in mehreren Dimensionen: Topologie des $\mathbb{R}^n$ , Differenzieren, lokale Umkehrbarkeit, Extrema, Kurven und Flächen, Begriff des Integrals, Sätze zur Integration, Kurvenintegrale, Sätze von Gauß und Stokes   |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen die oben genannten Grundlagen der Analysis im $\mathbb{R}^n$ und können diese sowohl in schriftlicher als auch mündlicher Form wiedergeben. Sie können dabei insbesondere Themen wie die Differentiation und Integration im $\mathbb{R}^n$ , sowie den Inhalt der Sätze von Stokes und Gauß erklären und einschlägige Beispiele nennen. Sie sind in der Lage dieses Wissen auf einfache Aufgaben anzuwenden und diese selbstständig zu lösen, selbstständig Sätze zu den behandelten Themen anzuwenden und kleinere Ergänzungen eigenständig zu beweisen und verfügen über einen in den Übungen erworbenen sicheren, präzisen und selbstständigen Umgang mit den Begriffen, Aussagen und Methoden der Analysis im $\mathbb{R}^n$ . |                 |  |         |

## Analysis III, Gewöhnliche Differentialgleichungen

|   |  |
|---|--|
| <b>Credits:</b> 4   | <b>Dauer:</b> 1 Sem.   |
| <b>Häufigkeit:</b> jährlich (WiSe)  | <b>Empfohlenes Semester:</b> 3. Sem.   |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 2 SWS<br>Übung: 1 SWS  | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>45 Stunden Präsenzstudium; 45 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (3h pro Woche);<br>30 Stunden Klausurvorbereitung  |  |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Analysis I und II, Lineare Algebra I (empfohlen)   |  |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Gewöhnliche Differentialgleichungen:<br>klassische Existenz- und Eindeutigkeitssätze, spezielle Lösungsmethoden für spezielle Gleichungen, lineare Systeme, qualitative Aspekte (Stabilität, Phasenporträts), Rand- und Eigenwertaufgaben (Existenz und Eindeutigkeit, Green'sche Funktion, Eigenwertaufgaben)   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen oben genannte Aspekte zu gewöhnlichen Differentialgleichungen und können diese sowie die Bedeutung von Differentialgleichungen für verschiedene Anwendungskontexte veranschaulichen. Insbesondere kennen sie unterschiedliche gängige Formen gewöhnlicher Differentialgleichungen, praktische Methoden zu deren Lösung sowie abstrakte Ansätze zur Lösbarkeit. Sie können dieses Wissen auf bekannte aber auch unbekannte Aufgaben anwenden und diese selbstständig lösen. |  |

## mathematisches Wahlfach

|  |                |   |         |
|--|----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>  | 5              | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jedes Semester | <b>Empfohlenes Semester:</b>                            | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 2 SWS<br>Übung: 1 SWS   |                | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>45 Stunden Präsenzstudium; 75 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (5h pro Woche);<br>30 Stunden Prüfungsvorbereitung  |                |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br>• je nach Veranstaltung   |                | <b>Prüfungsleistungen:</b><br>• je nach Veranstaltung   |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>in der Regel Analysis I und II  |                |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Höhere Mathematik eines Themenkomplexes je nach Veranstaltung. Die Module „Funktionentheorie“ und „Optimierung“ sind als Beispiele ausgeführt.  |                |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Kompetenzen der Studierenden liegen auf den ersten drei Niveaus „Wissen“, „Verständnis“ und „Anwendung“ der in der Veranstaltung gehandelten Themen. Genaues wird durch die Lernziele der jeweiligen Veranstaltung definiert. |                |   |         |

## Funktionentheorie (math. Wahlfach)

|   |                 |   |         |
|---|-----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>   | 5               | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>  | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 2 SWS<br>Übung: 1 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht   |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>45 Stunden Präsenzstudium; 75 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (5h pro Woche);<br>30 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li></ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li></ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Analysis I und II, Lineare Algebra I (empfohlen)   |                 |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Einführung in die Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen:<br>Holomorphe Funktionen, Integralsätze, Residuensatz, Folgen holomorpher Funktionen, Riemannscher Abbildungssatz   |                 |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen charakteristische Eigenschaften von Funktionen einer komplexen Veränderlichen und können dabei auf oben genannte Aspekte eingehen sowie spezielle Methoden als Werkzeuge bei der Arbeit mit Funktionen einer komplexen Veränderlichen einzusetzen. |                 |   |         |

## Optimierung (math. Wahlfach)

|   |                 |   |         |
|---|-----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>   | 5               | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>  | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 2 SWS<br>Übung: 1 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflichtfach   |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>45 Stunden Präsenzstudium; 75 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (5 h pro Woche);<br>30 Stunden Prüfungsvorbereitung  |                 |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Analysis I und II oder Math. für Physiker I und II, Numerik I(empfohlen)   |                 |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Einführung in nichtlineare Optimierungsprobleme: notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen<br><br>Numerische Behandlung von Optimierungsproblemen ohne Nebenbedingung: Abstiegsverfahren, Liniensuchalgorithmen, Gradientenverfahren, Newton-Verfahren, Trust-Region-Verfahren, Quasi-Newton-Verfahren, Konvergenzaussagen über die Verfahren  |                 |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte wiederzugeben und zu erklären. Sie können die behandelten numerischen Verfahren auf gestellte Optimierungsprobleme anwenden. Außerdem können sie die Verfahren am Computer implementieren, die ausgeführten Schritte dokumentieren und die Korrektheit der von ihnen geschriebenen Programme testen. Sie sind außerdem in der Lage, die theoretischen Konvergenzaussagen anhand der numerischen Ergebnisse darzulegen. |                 |   |         |

## Lineare Algebra I

|  |                 |  |         |
|--|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>  | 9               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 1. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS   |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (9h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung  |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>   |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Theoretische und praktische Grundlagen der linearen Algebra:<br>Mengen und Abbildungen, Gruppen, Ringe, Körper, Vektorräume, Matrizenkalkül, Determinante, Eigenwerte, charakteristisches Polynom, Skalarprodukte   |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden sind mit den theoretischen und praktischen Grundlagen und den grundlegenden Algorithmen der linearen Algebra vertraut. Sie kennen die oben genannten Begriffe und können sie im Kontext der linearen Algebra an Beispielen erläutern. Sie kennen grundlegende abstrakte mengentheoretische und algebraische Strukturen und Konstruktionen und sind in der Lage, abstrakte Sätze und Methoden auf konkrete mathematische Probleme anzuwenden. Sie analysieren lineare geometrische Sachverhalte mit abstrakten algebraischen und konkreten rechnerischen Methoden, können einfache Aussagen aus der linearen Algebra selbstständig beweisen und sind in der Lage, die Richtigkeit komplexerer Aussagen aus der linearen Algebra zu rechtfertigen. Darüber hinaus sind sie in der Lage einfache Aufgaben der linearen Algebra eigenständig zu lösen und ihr Wissen dabei anzuwenden. |                 |  |         |

## Mathematik für Physikerinnen/Physiker I

|  |                 |  |         |
|--|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>  | 8               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 1. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS   |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 105 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (7h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung  |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>   |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><p>Reelle und komplexe Zahlbereiche als Beispiele für Körper, Darstellung von Drehungen und Spiegelungen in 2D und 3D mittels Matrizen, Vektorräume, Basen, Dimension, Untervektorräume, Orthogonalität, Gram-Schmidt-Verfahren, Projektion auf Untervektorräume, Lineare Abbildungen, Matrizen, Rang, Basistransformationen, Lineare Gleichungssysteme, Differentialoperatoren als lineare Abbildungen, Folgen und Reihen von Zahlen und Vektoren, Potenzreihen am Beispiel der Exponentialfunktion Funktionen einer reellen oder komplexen Variablen: Grenzwerte, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Mittelwertsätze, Taylorscher Satz, Elementare transzendente Funktionen im Reellen und Komplexen, Banachscher Fixpunktsatz und Newtonverfahren.</p> |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br><p>Die Studierenden kennen die oben genannten Grundlagen und grundlegenden Methoden der linearen Algebra und eindimensionalen Analysis und können sie im Kontext realer Anwendungen erklären. Sie können unterschiedliche Sachverhalte auf identische mathematische Beschreibungen zurückführen und die Analogie in der mathematischen Beschreibung erklären. Darüber hinaus sind sie in der Lage die erlernten Methoden auf einfache Probleme anzuwenden und diese zu lösen. Die Fachsprache der behandelten Themen beherrschen sie sicher und verwenden sie.</p>  |                 |  |         |

## Mathematik für Physikerinnen/Physiker II

|  |                 |  |         |
|--|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>  | 8               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 2. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS   |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 105 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (7h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung  |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>   |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Mathematik für Physiker I (empfohlen)   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Differentiation im $\mathbb{R}^n$ , Taylorscher Satz, Extrema unter Nebenbedingungen, Satz über implizite Funktionen, Elemente der Numerik: Auswirkungen von Rundungsfehlern, Determinanten, Permutationsgruppen als Beispiele für Gruppen, numerische Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen, Eigenwerte und Eigenvektoren: Jordan-Normalform, orthogonale und selbstadjungierte Matrizen, Spektralsatz, quadratische Formen und Quadriken, Integration im $\mathbb{R}^1$ : bestimmte, unbestimmte und uneigentliche Integrale, einfache numerische Verfahren, Vertauschung von Grenzprozessen, Fourier-Reihen: Konvergenz punktweise und im $L^2$ , Diracfolgen und die Delta-Distribution, Kurven und Kurvenintegrale, konservative Vektorfelder, Integration im $\mathbb{R}^n$ , Flächenintegrale, Integralsätze von Gauß und Stokes |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen die über die Inhalte von „Mathematik für Physikerinnen/Physiker I“ hinausgehenden oben genannten Grundlagen und grundlegenden Methoden der linearen Algebra und mehrdimensionalen Analysis und können sie im Kontext realer Anwendungen erklären. Insbesondere sind sie mit den Rechenregeln und Eigenschaften von Matrizen vertraut und können diese in Beispielen anwenden. Sie können Matrizen zum Lösen von linearen Gleichungssystemen und Eigenschaften von Matrizen zu Vorhersagen der verknüpften Transformationen verwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage die erlernten Methoden auf einfache   |                 |  |         |

Probleme sowohl im  $\mathbb{R}$  als auch  $\mathbb{R}^n$  anzuwenden und diese zu lösen.

## Mathematik für Physikerinnen/Physiker III

|  |  |
|--|--|
| <b>Credits:</b> 8  | <b>Dauer:</b> 1 Sem.   |
| <b>Häufigkeit:</b> jährlich (WiSe)   | <b>Empfohlenes Semester:</b> 3. Sem.   |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS   | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 105 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (7h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung  |  |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>   | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Mathematik für Physiker I und II (empfohlen)  |  |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><br><p><b>Gewöhnliche Differentialgleichungen:</b> Phasenporträts, elementare Lösungsverfahren, einfache numerische Verfahren, allgemeine Existenzaussagen, lineare Differentialgleichungen und Systeme, Fundamentalsysteme, Wronski-Determinanten, Systeme mit konstanten Koeffizienten, Rand- und Eigenwertprobleme für formal selbstadjungierte Operatoren.</p> <p><b>Funktionentheorie:</b> komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemann-Differentialgleichungen und harmonische Funktionen, komplexer Logarithmus, komplexe Kurvenintegrale, Integralsatz und Integralformel von Cauchy, Potenzreihendarstellung holomorpher Funktionen, Satz von Liouville, Residuensatz und Laurentreihen.</p> |  |
| <b>Lernziele:</b><br><br><p>Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse zur Theorie und Praxis gewöhnlicher Differentialgleichungen. Sie kennen eine Reihe von Lösungsmethoden zu verschiedenen Typen dieser Gleichungen und können diese an konkreten Beispielen selbstständig anwenden. Daneben kennen sie charakteristische Eigenschaften von Funktionen einer komplexen Veränderlichen und deren Anwendungen. Sie kennen einschlägige Methoden in diesem Bereich und können sie selbstständig anwenden. Die Fachsprache der behandelten Themen beherrschen sie sicher und verwenden sie.</p>  |  |

## Allgemeine Chemie für Nebenfachstudierende

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 8               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>                                       | 1. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht            |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>56 Stunden Präsenzstudium; 30 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (2h pro Woche);<br>45 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br>• schriftliche Prüfung und Kurstests |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Die Vorlesung stellt grundlegende Konzepte und Modelle der Chemie vor: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundbegriffe Stoffe, Mischungen, Verbindungen, Moleküle, ...</li> <li>– Grundbegriffe chemischen Rechnens, Stöchiometrie chemischer Reaktionen</li> <li>– Atomstruktur und Atom-Modelle</li> <li>– Periodensystem der Elemente</li> <li>– Molekülbau (Geometrische Strukturen, Symmetrie, Isomerie, Stereochemie, ...)</li> <li>– Chemische Bindung</li> <li>– Zwischenmolekulare Wechselwirkung</li> <li>– Grundbegriffe chemische Thermodynamik; Chemisches Gleichgewicht (Reaktionsenergetik, Massenwirkungsgesetz)</li> <li>– Säure/Base Reaktionen</li> <li>– Redoxreaktionen, Grundkonzepte Elektrochemie</li> <li>– Grundbegriffe Komplexchemie</li> <li>– Geschwindigkeit chemischer Reaktionen (Kinetik, Katalyse)</li> <li>– Festkörper (Kugelpackungen, Festkörperstrukturen, Stoffklassen)</li> <li>– Substanzklassen der organischen Chemie, funktionelle Gruppen und deren Reaktionen.</li> <li>- Biomoleküle</li> </ul> Beispiele aus den Lebenswissenschaften und den chemischen Materialwissenschaften |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b>   |                 |  |         |

In diesem Kurs machen die Studierenden sich mit grundlegenden Konzepten, Modellvorstellungen und Methoden der Chemie vertraut. Sie erlernen den Umgang mit der Symbolsprache für chemische Verbindungen und chemische Reaktionen. Die Studierenden lernen, mit den grundlegenden Modellen für Atome und Moleküle umzugehen, und lernen den Zusammenhang zwischen der mikroskopischen Struktur von Atomen und Molekülen und dem makroskopischen Erscheinungsbild sowie dem Verhalten der Materie kennen. Die Studierenden erhalten eine Übersicht über und ein Verständnis für wichtige Stoffklassen und Verbindungstypen sowie deren Eigenschaften.

So gewinnen die Studierenden neben dem Überblick über die Grundlagen der anorganischen, physikalischen und organischen Chemie auch ein Verständnis für das Zusammenspiel der Teildisziplinen.

Die Grundkonzepte werden an Hand von übergreifenden Beispielen vertieft und im Kontext betrachtet. Insbesondere erhalten die Studierenden so auch einen Einblick in aktuelle Forschungsfragen aus den Lebenswissenschaften und den chemischen Materialwissenschaften.

## Festkörperphysik

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 9               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>                         | 5. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbereitung (9h pro Woche);<br>45 Stunden Prüfungsvorbereitung  |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br>• erfolgreiche Teilnahme an den<br>Übungen   |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br>• schriftliche Prüfung |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I bis IV (empfohlen)   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Chemische Bindungen im Festkörper; Kristallstrukturen und Beugung an periodischen Strukturen; Gitterschwingungen und Phononen: Dynamik von Kristallgittern; Thermische Eigenschaften von Festkörpern; Elastische Eigenschaften von Festkörpern; Freie Elektronen im Festkörper; Elektronen im periodischen Potential; Halbleiter; Supraleitung; Magnetismus  |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften unterschiedlicher Klassen kristalliner Festkörper wie Metalle, Isolatoren, Halbleiter, Supraleiter und magnetische Materialien. Sie können strukturellen, thermischen, elektronischen und magnetischen Eigenschaften dieser Klassen mit Hilfe geeigneter Modelle erklären. Dies sind insbesondere Konzepte zu Bindungsarten, Phononen, Bandstruktur sowie Wechselwirkungen zwischen Elektronen. Mit ihrer Hilfe sind sie in der Lage einfache Voraussagen über unbekannte Materialien machen. Sie können einfache Fakten zu Magnetismus und Supraleitung und deren Entstehung nennen. Daneben kennen sie grundlegende experimentelle Methoden der Festkörperphysik und können deren Anwendung und Anwendungsgebiete erklären und veranschaulichen. |                 |  |         |

## Kernphysik

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 5               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 5. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 2 SWS<br>Übung: 1 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Pflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>45 Stunden Präsenzstudium; 75 Stunden Vor- und Nachbereitung (5h pro Woche);<br>30 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I bis IV (empfohlen)   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Aufbau und Eigenschaften der Atomkerne, Kernmodelle, Kernkräfte, radioaktiver Zerfall, Wechselwirkung von Teilchen mit Materie, Kernreaktionen, Kernspaltung und -fusion, Elementarteilchenphysik, Quarks  |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen unterschiedliche Modelle zur Beschreibung von Atomkernen und können diese zur Modellierung verschiedener kernphysikalischer Eigenschaften und Prozesse verwenden. Sie kennen die starke und schwache Wechselwirkung und können diese mit ihren Erhaltungsgrößen und Symmetrien erklären. Sie können ihre Wirkung an einfachen Beispielen erläutern. Insbesondere können sie den radioaktiven Zerfall mit Hilfe geeigneter Modelle beschreiben, Kernreaktionen und ihre Anwendung anhand geeigneter Beispiele erklären. Sie kennen das Modell der Quarks und können es zur Beschreibung der Eigenschaften unterschiedlicher Kernteilchen nutzen. Sie können Erhaltungsgrößen und Symmetrien zur Vorhersage von Kernreaktionen nutzen. |                 |  |         |

## Höhere Quantentheorie und Elektrodynamik

|   |   |  |         |
|---|---|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 10  | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (WiSe)   | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 5. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS  | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht |  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 150 Stunden Vor- und Nachbereitung (10h pro Woche);<br>60 Stunden Prüfungsvorbereitung   |   |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  |   | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>schriftliche Prüfung</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I bis IV (empfohlen)   |   |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><p><b>Quantentheorie:</b> Streutheorie, zeitabhängige Störungstheorie, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Spin, Drehimpulskopplung, Mehrteilchensysteme, Hartree-Fock-Theorie, zweite Quantisierung, Näherungsverfahren, relativistische Quantentheorie, Quantenmessprozess, Propagatoren und Greensche Funktionen, Quantenfeldtheorie, Dirac-, Pauli- und Klein-Gordon-Gleichung</p> <p><b>Elektrodynamik und spezielle Relativitätstheorie:</b> Relativitätstheorie, Kovarianz der Elektrodynamik, Lagrangedichte des elektromagnetischen Feldes, Strahlung</p> |   |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen die oben genannten Themen der Quantentheorie, Elektrodynamik und speziellen Relativitätstheorie. Sie können die behandelten Themen anhand von Beispielen erläutern und die erlernten Verfahren an bekannten Beispielen anwenden. Insbesondere können sie Themen wie die Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Mehrteilchensysteme oder Näherungsverfahren in den Kontext von aus dem Integrierten Kurs und den Praktika kennengelernten Effekten stellen und sie dort anwenden.  |   |  |         |

## Statistische Mechanik

|   |  |
|---|--|
| <b>Credits:</b> 10  | <b>Dauer:</b> 1 Sem.   |
| <b>Häufigkeit:</b> jährlich (WiSe)  | <b>Empfohlenes Semester:</b> 5. Sem.   |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS  | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 150 Stunden Vor- und Nachbereitung (10 h pro Woche);<br>60 Stunden Prüfungsvorbereitung  |  |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>  | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul> |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I bis IV (empfohlen)   |  |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Grundlagen; Konzepte der Statistischen Mechanik (thermisches Gleichgewicht, Gesamtheiten, Entropie nach Gibbs und Boltzmann); Thermodynamik (Hauptsätze, Gibbssche Potentiale, thermodynamischer Grenzfall); ideale Quantengase mit Anwendungen auf Metallelektronen, Phononen, Photonen, Bose-Einstein-Kondensat; klassische reale Gase und Flüssigkeiten; Phasenübergänge; Magnetismus; Fluktuationen; Näherungsverfahren; quantenmechanische und klassische Ensembles   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der statistischen Beschreibung von Systemen mit vielen Freiheitsgraden und können sie anhand physikalischer Modellsysteme erläutern. Sie können die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gesamtheiten und insbesondere die Konsequenzen des Wechsels von klassischen zu quantenmechanischen Systemen erklären. Sie können die obengenannten Themen im Rahmen der statistischen Mechanik erklären und dabei insbesondere phänomenologische Größen der Thermodynamik, wie Entropie und Temperatur, mittels der neu kennengelernten mikroskopischen Modelle erklären. Auch die verschiedenen Erscheinungsformen (Phasen) von Materie und Phasenübergänge zwischen ihnen können sie mit den Mitteln der statistischen Physik deuten und zur Lösung von Aufgaben heranziehen. Einfache Aufgaben oder Aufgaben, die einen direkten Bezug zu in der Vorlesung oder den Übungen kennengelernten Systemen haben, lösen sie selbstständig. |  |

## Mess- und Steuertechnik

|   |                 |  |         |
|---|-----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 8               | <b>Dauer:</b>  | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>   | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Praktikum: 4 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht  |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>120 Stunden Präsenzzeit, 60 Stunden Vor- und Nachbereitung (4h pro Woche),<br>30 Stunden Prüfungsvorbereitung   |                 |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>• erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</li></ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>• schriftliche Prüfung</li></ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs II (empfohlen)   |                 |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><br>Sensorik und Aktuatorik: Rauschen; Sensoren; Messung physikalischer Größen, z. B. Temperatur, Druck, Beleuchtungsstärke; Linearisierung; Verstärkerschaltungen; Aktuatoren, z.B. Piezostellglieder, Motoren; Leistungsansteuerung<br><br>Mikrocontroller: Aufbau und Programmierung von Mikrocontrollern, A/D-D/A-Wandlung, digitale Schnittstellen<br><br>Steuerungstechnik: Strukturierung und Steuerung von Prozessen,<br><br>Regelungstechnik: Systemtheorie, diskrete und kontinuierliche Regler  |                 |  |         |
| <b>Lernziele:</b><br><br>Die Studierenden kennen die Funktion und das Verhalten von aktiven und passiven elektronischen Bauelementen sowie deren Einsatz in gängigen Schaltungen. Sie können einfache Schaltungen selbstständig dimensionieren und aufbauen. Des Weiteren kennen Sie die Grundlagen der Mikrocontrollerprogrammierung und können Programme zur Messung und Steuerung von einfachen Systemen schreiben. Sie kennen die Grundlagen der digitalen Signalübertragung mittels üblicher Standards und können diese für die Lösung einfacher Mess- und Steuerungsaufgaben anwenden. Sie können verschiedene Typen von Aktuatoren nennen und ihre Unterschiede in Aufbau, Anwendung und Funktion erklären. Daneben kennen sie einfache Systeme, deren Verhalten und geeignete Regler. |                 |  |         |

## Physikalisches Wahlfach

|  |                |   |         |
|--|----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>  | 8              | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jedes Semester | <b>Empfohlenes Semester:</b>                            | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS   |                | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 120 Stunden Vor- und Nachbereitung (8h pro Woche)   |                |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>werden zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben</li> </ul>   |                | <b>Prüfungsleistungen:</b><br>keine                     |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>je nach Veranstaltung   |                |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Jedes Semester werden verschiedene Vorlesungen zu Forschungsschwerpunkten des Fachbereichs angeboten, deren Inhalt sich nach der Veranstaltung richtet. Beispiele für ein Physikalisches Wahlfach sind „Laserphysik und Nichtlineare Optik“ und „Halbleiterphysik“. |                |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Kompetenzen der Studierenden liegen auf den ersten drei Niveaus „Wissen“, „Verständnis“ und „Anwendung“ der in der Veranstaltung gehandelten Themen. Genaues wird durch die Lernziele der jeweiligen Veranstaltung definiert.                                     |                |   |         |

## Laserphysik und Nichtlineare Optik (phys. Wahlfach)

|   |                 |   |         |
|---|-----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>   | 8               | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jährlich (SoSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>                            | 4. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS  |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 120 Stunden Vor- und Nachbereitung (8h pro Woche)  |                 |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</li> </ul>   |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br>keine                     |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs III (empfohlen)  |                 |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Aufbauend auf der im Modul Integrierter Kurs 3 behandelten Optik wird in dieser Vorlesung dieses Themengebiet vertieft behandelt. Dabei geht es um die Themen Photonik (Strahlenoptik, Wellenoptik, Fourier-Optik, etc.), Laserphysik (Licht-Materie-Wechselwirkung, Lichtverstärkung, verschiedene Lasertypen, etc.) und nichtlineare Optik (Prozesse höherer Ordnung, Streuung, etc.). |                 |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Phänomene und Methoden der Optik an geeigneten Beispielen erläutern. Sie sind weiterhin fähig die vorgestellten Methoden auf neue Problemstellungen anzuwenden und sind in der Lage die verschiedenen vorgestellten Modelle zu unterscheiden und zu bestimmen, bei welchem Problem welches Modell verwendbar ist.                 |                 |   |         |

## Halbleiterphysik (phys. Wahlfach)

|  |                 |   |         |
|--|-----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>  | 8               | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>                            | 5. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 4 SWS<br>Übung: 2 SWS   |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>90 Stunden Präsenzstudium; 120 Stunden Vor- und Nachbereitung (8h pro Woche)   |                 |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br>• werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b><br>keine                     |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Integrierter Kurs I bis IV (empfohlen), Festkörperphysik (empfohlen, sollte gegebenenfalls gleichzeitig besucht werden)   |                 |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br>Es werden die physikalischen Grundlagen von Halbleitern, wie die Bandstrukturen in einem Halbleiter, die Wechselwirkung der Elektronen und Phononen und Transporteigenschaften behandelt. Außerdem ist die Anwendung von Halbleiter in Halbleiterbauelementen wie Dioden, Transistoren und MOSFETs Inhalt der Vorlesung. Des Weiteren werden Themen wie Kontakte von Halbleitern mit Isolatoren oder Metallen, Halbleiterlaser und Solarzellen behandelt. |                 |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Phänomene und Methoden der Halbleiterphysik an geeigneten Beispielen erläutern. Sie sind weiterhin fähig die vorgestellten Methoden auf neue Problemstellungen anzuwenden und sind in der Lage die verschiedenen vorgestellten Modelle zu unterscheiden und zu bestimmen, bei welchem Problem welches Modell anwendbar ist.  |                 |   |         |

## Schlüsselqualifikation

|   |   |  |             |
|---|---|--|-------------|
| <b>Credits:</b>   | 3   | <b>Dauer:</b>                            | max. 1 Sem. |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jedes Semester  | <b>Empfohlenes Semester:</b>             | 6. Sem.     |
| <b>Lehrform:</b>  | je nach Veranstaltung   | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b> | Wahlpflicht |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>  |   |  |             |
| ca. 90 Stunden, häufig in Blockform   |   |  |             |
| <b>Studienleistungen:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• je nach Veranstaltung</li> </ul> | <b>Prüfungsleistungen:</b>               | keine       |
| <b>Voraussetzungen:</b>   |   |  |             |
| in der Regel keine  |   |  |             |
| <b>Lehrinhalte:</b>   |   |  |             |
| <p>Die Inhalte richten sich nach dem Thema der Veranstaltung. Als Beispiel einer Veranstaltung mit explizit physikalischem Schwerpunkt ist die Computerphysik angefügt. Es sind aber auch andere Themen ohne Bezug zur Physik möglich. Die genauen Angebote sind dem elektronischen Vorlesungsverzeichnis der Universität zu entnehmen.</p> |   |  |             |
| <b>Lernziele:</b>   |   |  |             |
| je nach Veranstaltung   |   |  |             |

## Computerphysik (Schlüsselqualifikation)

|  |                 |   |         |
|--|-----------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>  | 4               | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jährlich (WiSe) | <b>Empfohlenes Semester:</b>                            | 5. Sem. |
| <b>Lehrform:</b><br>Vorlesung: 2 SWS<br>Übung: 2 SWS   |                 | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b><br>Wahlpflicht |         |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>60 Stunden Präsenzstudium, 60 Stunden Vor- und Nachbereitung (4h pro Woche)  |                 |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</li> </ul>  |                 | <b>Prüfungsleistungen:</b>                              |         |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Keine   |                 |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b><br><p>Inhalt des Kurses ist das Lösen physikalischer Probleme mit Hilfe des Computers. Anhand von typischen Beispielen aus dem Integrierten Kurs (Lösen von Differenzialgleichungen, chaotische Systeme, Eigenwertprobleme, etc.) werden wichtige numerische Methoden behandelt und deren Anwendung diskutiert. Dabei wird zusätzlich der Umgang mit wichtigen Hilfsmitteln (z.B. Programmierung, gnuplot, Mathematica) erarbeitet und in den Übungen anhand von kleinen Projekten vertieft.</p>   |                 |   |         |
| <b>Lernziele:</b><br><p>Die Studierenden kennen Verfahren zum numerischen Lösen von physikalischen Problemen und sind in der Lage die Funktionsweise der Verfahren zu erläutern. Sie sind in der Lage Computerprogramme zu schreiben, um numerische Lösungen mit Hilfe von Simulationen zu berechnen. Die Studierenden können sowohl Computeralgebra-Programme nutzen, um analytische Lösungen von entsprechenden Problemstellungen zu berechnen, als auch Visualisierungsprogramme zur Datenauswertung verwenden.</p> |                 |   |         |

## Methodenkenntnis

|  |                |  |         |
|--|----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>  | 4              | <b>Dauer:</b>                            | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jedes Semester | <b>Empfohlenes Semester:</b>             | 6. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>   | Selbststudium  | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b> | Pflicht |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   |                |  |         |
| 120 Stunden Selbststudium vollzeit, (ca. 3 Wochen)   |                |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b>  |                | <b>Prüfungsleistungen:</b>               |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Darstellung</li> </ul>  |                |  |         |
| <b>Voraussetzungen:</b>  |                |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b>  |                |  |         |
| Theoretische und methodische Grundlagen der Bachelor-Arbeit  |                |  |         |
| <b>Lernziele:</b>  |                |  |         |
| <p>Die Studentin/ der Student kennt die zentralen theoretischen Hintergründe und wichtigen Methoden zur Bearbeitung des Themas ihrer/seiner Bachelor-Arbeit und kann sie in das Forschungsfeld der Arbeitsgruppe einordnen. Sie/Er kann die Verbindung dieser Themen und Methoden zur eigenen Arbeit darstellen und die Methoden in selbstständiger Arbeit anwenden.</p> |                |  |         |

## Bachelor-Arbeit

|  |                            |   |         |
|--|----------------------------|---|---------|
| <b>Credits:</b>  | 12                         | <b>Dauer:</b>   | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jedes Semester             | <b>Empfohlenes Semester:</b>  | 6. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>   | Praktische Arbeit Vollzeit | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b>  | Pflicht |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   |                            |   |         |
| 360 Stunden (3 Monate)   |                            |   |         |
| <b>Studienleistungen:</b>  |                            | <b>Prüfungsleistungen:</b>  |         |
|  |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Ausarbeitung der Bachelor-Arbeit</li> </ul> |         |
| <b>Voraussetzungen:</b>  |                            |   |         |
| alle nach aktueller Prüfungsordnung erforderlichen Prüfungs- und Studienleistungen   |                            |   |         |
| <b>Lehrinhalte:</b>  |                            |   |         |
| <p>Selbstständige wissenschaftliche Arbeit zu einem begrenzten klar abgesteckten Aspekt in einem theoretischen oder experimentalphysikalischen Forschungsgebiet. Anfertigung einer umfangreicheren wissenschaftlichen Berichts.</p>  |                            |   |         |
| <b>Lernziele:</b>  |                            |   |         |
| <p>Die/Der Studierende kann selbstständig eine wissenschaftliche Aufgabe aus der aktuellen Forschung der theoretischen oder experimentellen Physik bearbeiten und die Erkenntnisse in einer selbstständig verfassten wissenschaftlichen Arbeit darlegen. Sie oder er arbeitet sich unter Betreuung in der Arbeitsgruppe mittels wissenschaftlicher Texte in das Thema ein, arbeitet darin selbstständig und bereitet die Ergebnisse auf. Er oder sie wendet die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis beim Verfassen von wissenschaftlichen Texten an, macht Zitate deutlich und stellt die Quellen in einer üblichen Form dar. Sie/Er kann das Thema und die Ergebnisse der eigenen Arbeit im Kontext der aktuellen Forschung darstellen und bewerten.</p> |                            |   |         |

## Arbeitsgruppenseminar

|  |                |                              |  |
|--|----------------|------------------------------|--|
| <b>Credits:</b>  | 4              | <b>Dauer:</b>                | 1 Sem.                                   |
| <b>Häufigkeit:</b>   | jedes Semester | <b>Empfohlenes Semester:</b> | 6. Sem.                                  |
| <b>Lehrform:</b>   | Seminar: 2 SWS |                              | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b> |
| Pflicht  |                |                              |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   |                |                              |  |
| 50 Stunden Präsenzzeit (ges. Semester), 70 Stunden Vor- und Nachbereitung (ca. 2,5h pro Woche)   |                |                              |  |
| <b>Studienleistungen:</b>  |                | <b>Prüfungsleistungen:</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktive Teilnahmen am Arbeitsgruppenseminar</li> </ul>   |                |                              |  |
| <b>Voraussetzungen:</b>  |                |                              |  |
|  |                |                              |  |
| <b>Lehrinhalte:</b>  |                |                              |  |
| Themen der aktuellen Forschung in der jeweiligen Arbeitsgruppe   |                |                              |  |
| <b>Lernziele:</b>  |                |                              |  |
| Die Studentin/ der Student kennt den wissenschaftlichen Kontext des Themas ihres/seiner Bachelor-Arbeit und kann sie in das Forschungsfeld der Arbeitsgruppe einordnen. Sie/Er kann Ergebnisse der eigenen Arbeit im Gruppenseminar einbringen und sich in begrenztem Umfang an der Diskussion zu anderen Themen beteiligen. |                |                              |  |

## Präsentation der Bachelor-Arbeit

|   |                |  |         |
|---|----------------|--|---------|
| <b>Credits:</b>   | 4              | <b>Dauer:</b>                            | 1 Sem.  |
| <b>Häufigkeit:</b>  | jedes Semester | <b>Empfohlenes Semester:</b>             | 6. Sem. |
| <b>Lehrform:</b>  | Vortrag        | <b>Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung:</b> | Pflicht |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>  |                |  |         |
| 120 Stunden für Vorbereitung und Vortrag  |                |  |         |
| <b>Studienleistungen:</b>   |                | <b>Prüfungsleistungen:</b>               |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Präsentation der Ergebnisse der Bachelor-Arbeit</li> </ul>  |                |  |         |
| <b>Voraussetzungen:</b>   |                |  |         |
| Anfertigung der Bachelor-Arbeit   |                |  |         |
| <b>Lehrinhalte:</b>   |                |  |         |
| Erstellen und Vorstellen einer wissenschaftlichen Präsentationen  |                |  |         |
| <b>Lernziele:</b>   |                |  |         |
| Die Studentin/der Student kann einfache wissenschaftliche Präsentationen zu eigenen Forschungsergebnissen erstellen und diese unter Verwendung geeigneter Fachsprache präsentieren. Sie/Er kann auf Fragen adäquat reagieren und kompetent und zielgerichtet antworten. |                |  |         |