

Universität Potsdam  
Institut für Physik und Astronomie

# **Bachelorhandbuch Physik**

Stand 06. 10. 2011

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Experimentalphysik I</i>
<b>Modulnummer</b>	101
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: „Exp.-Phys. I: Energie-Zeit-Raum“ 4V2Ü</i>
Studiensemester	1. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Reimund Gerhard</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Die Studentinnen und Studenten beherrschen die physikalischen Grundlagen der klassischen Mechanik sowie der speziellen Relativitätstheorie.</i>
Inhalt	<i>Erhaltungssätze: Energie, Impuls und Drehimpuls, Kraft und Masse, Wechselwirkungen, Drehmoment und Trägheitsmoment Newtonsche Gesetze: Lineare Bewegung, Kreisbewegung, Inertialsysteme und Scheinkräfte, Keplersche Gesetze Periodische Prozesse in Raum und Zeit: harmonische Schwingungen, gekoppelte Schwingungen, harmonische Analyse, laufende und stehende Wellen, Huygens-Prinzip Spezielle Relativitätstheorie: Relativitätsprinzip, Vierer-Vektor, Lorentz-Transformation, Vierer-Impuls.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Lösung physikalischer Probleme durch strukturiertes Vorgehen: Übersetzen der Fragestellung in Diagramm, Erkennen und Anwenden der relevanten physikalischen Prinzipien, allgemeine Lösung, Spezifikation auf konkretes Beispiel.</i>
Literatur	<i>T.A. Moore; „Six Ideas That Shaped Physics C + N“; P.A. Tipler: “Physik”; D. Meschede: „Gerthsen Physik“; W. Demtröder “Experimentalphysik I”.</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Grundpraktikum I</i>
<b>Modulnummer</b>	102
<b>Leistungspunkte</b>	4LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Laborübungen zu 10 Versuchen im Umfang von 3SWS WS: „Grundpraktikum: Einführung“ 1P SS: „Grundpraktikum: Mechanik, Elektrizität und Magnetismus“ 2P</i>
Studiensemester	<i>1. und 2. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Dr. Hartmut Schmidt</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 45h Selbststudium 15h Berichterstellung 60h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Praktische Versuchsdurchführung und schriftliche Auswertung</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Ziel ist die Beherrschung grundlegender Methoden des experimentellen physikalischen Arbeitens</i>
Inhalt	<i>Das Praktikum dient der experimentellen Auseinandersetzung mit physikalischen Sachverhalten. Es beinhaltet eine Einführung in die computergestützte Erfassung und Auswertung von Messdaten, die Vermittlung von Grundkenntnissen der Bewertung von Messunsicherheiten und 10 Laborübungen zur Mechanik (5) und Elektrizitätslehre (5).</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Teamarbeit, Planungskompetenz, Durchführung praktischer Arbeiten in definierten Zeitfenstern, Dokumentation und Auswertung wissenschaftlicher Sachverhalte</i>
Literatur	<i>W. Schenk: „Physikalisches Praktikum“</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Mathematische Methoden der Physik und Computerpraktikum</i>
<b>Modulnummer</b>	111
<b>Leistungspunkte</b>	4LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen, Übungen und Praktika im Umfang von 4SWS WS: „Mathematische Methoden der Physik“ 1V1Ü „Computerpraktikum zu Mathematische Methoden“ 2P</i>
Studiensemester	1. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Arkadi Pikovski</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 60h Selbststudium 45h Prüfungsvorbereitung 15h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Schriftliche Prüfung (ca. 120 Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Vorlesung/Übung: Verfügt über rechen-orientierte Methoden zur Lösung grundlegender physikalischer Aufgabestellungen. Computerpraktikum: Erwirbt grundlegende Kenntnisse im Umgang mit Programmiersprachen und Softwarepaketen und kann sie bei der Lösung physikalischer Aufgabenstellungen anwenden.</i>
Inhalt	<b>Mathematische Methoden der Physik:</b> komplexe Zahlen und Funktionen, Differential- und Integralrechnung; Taylor-Reihen, gewöhnliche Differentialgleichungen. <b>Computerpraktikum zu Mathematische Methoden:</b> Einführung in das Betriebssystem „Unix“, algebraisches Rechnen mit dem Programm „Mathematica“, Grundlagen von C++, grafische Tools, bearbeiten von physikalischen Problemen mit diesen Werkzeugen.
Schlüsselkompetenzen	<i>Umgang mit Programmiersprachen und Softwarepaketen</i>
Literatur	<i>Grossmann: Mathematischer Einführungskurs für die Physik; Kuhn, Stöckel: Mathematische Hilfsmittel der Physik; Kallenrode: Rechenmethoden der Physik. DeVries: Computerphysik; Landau, Paez: Computational Physics;</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Mathematik I</i>
<b>Modulnummer</b>	121
<b>Leistungspunkte</b>	12LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 9SWS WS: „Mathematik für Physiker I“ 6V3Ü</i>
Studiensemester	<i>1. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Klein, Institut für Mathematik</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 135h Selbststudium 185h Prüfungsvorbereitung 40h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Kennnisse aus einem „Brückenkurs Mathematik“.</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 180Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verfügt über die Grundbegriffe der linearen Algebra und der Analysis und deren Anwendungen</i>
Inhalt	<i>1 Grundlagen: Quantorenlogik; Mengen, Abbildungen, Relationen; Zahlen (von natürlich bis komplex): Gruppen, Ringe, Körper; Kombinatorik.  2 Analysis: Konvergenz von Folgen und Reihen. Stetigkeit: Topologische, metrische und normierte Räume, Vollständigkeit und Kompaktheit. Elementare Funktionen. Ableitung und (Riemann-) Integral reeller und vektorwertiger Funktionen einer (reellen) Veränderlichen. Lineare Differentialgleichungen: Exponentialfunktion von Matrizen. Gleichmäßige Konvergenz und Potenzreihen. Anwendungen.  3 Lineare Algebra: Vektorräume: Basis und Dimension, lineare Unabhängigkeit. Lineare Abbildungen und Matrizen. Gleichungssysteme: Gauß-Algorithmus. Elementare Gruppentheorie. Determinanten (über einem Körper). Reelle und komplexe Skalarprodukte, Entwicklung nach ON-Systemen (in endlicher Dimension).</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Sicherer Umgang mit mathematischen Begriffen. Korrekte Beweisführung</i>
Literatur	<i>R. Wüst: Mathematik für Physiker, de Gruyter. Klaus Jänich: „Mathematik I – Geschrieben für Physiker“, Springer K. Jänich: Lineare Algebra, Springer. Amman/Escher: Analysis1-3, Vieweg. S. Lang: Undergraduate Analysis, Springer.</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Zusatzfach Chemie</i>
<b>Modulnummer</b>	131a
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: „Allgemeine und Anorganische Chemie“ 2V1Ü SS: „Organische Chemie“ 2V1Ü</i>
Studiensemester	<i>1. und 2. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Andreas Taubert, Institut für Chemie</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verfügt über die grundsätzlichen Konzepte der allgemeinen, anorganischen und organischen Chemie. Kennt die grundlegenden Eigenschaften häufiger chemischer Elemente und Verbindungen.</i>
Inhalt	<b>Allgemeine und Anorganische Chemie:</b> <i>Atomaufbau, die chemische Bindung, Eigenschaften und wichtigste Verbindungen der Nichtmetalle der ersten drei Perioden, grundlegende chemische Reaktionen (Säure-Base, Redox, Komplexbildung, Fällung, Gleichgewichtsreaktionen), Grundlagen der Thermodynamik und Kinetik, Thermochemie.</i> <b>Organische Chemie:</b> <i>Einführung in die chemische Nomenklatur organischer Verbindungen, Bindungsverhältnisse des Kohlenstoffatoms, Grundreaktionen und ihre Mechanismen, Gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Aromatische und heteroaromatische Verbindungen, Grundprinzipien der Strukturidentifikation.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Grundverständnis Chemie</i>
Literatur	<i>C. E. Mortimer: "Chemie - Das Basiswissen"; E. Riedel: "Allgemeine und Anorganische Chemie. Ein Lehrbuch für Studenten mit Nebenfach Chemie"; P. R.S. Murray: „Principles of Organic Chemistry“</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Zusatzfach Informatik</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>131b</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen, Übungen und Praktika im Umfang von 6SWS WS: "Informatik für Naturwissenschaftler I" 2V1Ü1P SS: „Informatik für Naturwissenschaftler II“ 2P</i>
Studiensemester	<i>1. und 2.</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Margaria Steffen, Institut für Informatik</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Klausur und Projektverteidigung</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<p><i>1.) <u>Fachkompetenzen</u>: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der wichtigsten Konzepte der praktischen Informatik sowie die Grundlagen des Service-orientierten Denkens.</i></p> <p><i>2.) <u>Methodenkompetenzen</u>: Die Studierenden werden dazu befähigt, einfache Aufgabenstellungen aus ihrem Fachgebiet, die den Einsatz von Computern erfordern, aufzugreifen, zu bearbeiten und einfache Lösungen zu entwerfen und es werden Voraussetzungen geschaffen, dass die Studenten ausgewählte Informationssysteme und Services ihres Fachgebietes in Prozesse ihres Fachgebietes einbinden können.</i></p> <p><i>3.) <u>Handlungskompetenzen</u>: Die Studierenden können Softwareanforderungen zur Lösung fachspezifischer Probleme besser formulieren und in kleinem Umfang Software realisieren und mit prozessorientierten Workflow-Management-Systemen einfache Arbeiten durchführen.</i></p>
Inhalt	<p><i><u>Wintersemester</u>: Am Beispiel von Aufgabenstellungen eines Fachgebietes wird in wichtige Konzepte der angewandten Informatik eingeführt und diese werden an Beispielen einer Programmiersprache umgesetzt. Dabei werden sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Fähigkeiten vermittelt, die in den Übungen vertieft werden. Des Weiteren werden Service-Orientierung und Workflow-Management-Systeme am Beispiel eines Werkzeugs eingeführt.</i></p> <p><i><u>Sommersemester</u>: Die Studierenden realisieren ein Projekt, in welchem sie Prozesse ihres Fachgebietes analysieren um prozessorientierte rechentechnische Modelle zu entwerfen und praktisch mit ausgewählten Service- Management-Systemen zu unterstützen.</i></p>
Schlüsselkompetenzen	<i>Die Studierenden erwerben Planungskompetenz und erlernen die Durchführung praktischer Arbeiten in definierten Zeitfenstern.</i>

	<p><i>Sie werden in die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise eingeführt Dabei nutzen sie Informationssysteme. Sie erlernen komplexe Fragestellungen zu analysieren und zu abstrahieren sowie diese so zu modellieren, dass eine rechentechnische Unterstützung zur Lösung der Fragestellungen entworfen und realisiert werden kann. Dabei erwerben sie Fähigkeiten beim Umgang mit technischen Sprachen. Sie erlernen die Präsentation eigener rechentechnischer Lösungen zu Fragestellungen ihres Fachgebietes.</i></p>
Literatur	



<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Zusatzfach Astronomie</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>131c</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: „Einführung in die Astronomie I“                   2V1Ü SS: „Einführung in die Astronomie II“               2V1Ü</i>
Studiensemester	<i>1. und 2. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Philipp Richter</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Überblick über die Prinzipien astronomischer Beobachtungen und den Aufbau des Universums</i>
Inhalt	<i>Astronomische Beobachtungsmethoden, Geschichte der Astronomie, Eigenschaften des Sonnensystems, Sternaufbau und Sternentwicklung, Sternhaufen, interstellares Medium, die Milchstraße, Eigenschaften der Galaxien, Galaxienhaufen und Strukturen auf großen Skalen, zeitliche Entwicklung des Universums, Grundlagen der Kosmologie</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise in Bezug auf astrophysikalische Fragestellungen, Konzepte zur Beobachtung astronomischer Objekte</i>
Literatur	<i>Auswahl aus verschiedenen einführenden Lehrbüchern</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Zusatzfach Scientific Computing</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>131d</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen, Übungen und Praktika im Umfang von 6SWS WS: „Scientific Computing I“ 2V1Ü SS: „Scientific Computing II“ 1V2P</i>
Studiensemester	<i>1. und 2. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Arkadi Pikovski</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Praktikumsaufgaben, Abschlussprojekt</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Kompetenz in numerischen Methoden der Naturwissenschaft in Theorie und Praxis</i>
Inhalt	<i>Elementare numerische Methoden, Simulation und Statistik, Programmiersprache Python, Modellierung physikalischer Vorgänge</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Computer skills: Umgang mit Programmiersprachen, Umgang mit statistischen Methoden, Umgang mit Software-Paketen</i>
Literatur	<i>A survey of computational physics: introductory computational science (Landau; Páez;. Bordeianu)</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Experimentalphysik II</i>
<b>Modulnummer</b>	201
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS SS: „Exp.-Phys. II: Feld - Licht - Optik“ 4V2Ü</i>
Studiensemester	<i>2. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Dieter Neher</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Physikkenntnisse vergleichbar Modul 101</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Der/die Student/in kennt die Grundbegriffe und beherrscht die physikalischen Grundlagen der Elektrizitätslehre, des Magnetismus, der Elektrodynamik (incl. elektromagnetischer Wellen) sowie der Strahlen- und Wellenoptik. Er/Sie ist in der Lage, diese mathematisch zur beschreiben.</i>
Inhalt	<i>Elektrische Felder und Potentiale, Leiter und elektrische Ströme, Schaltkreise, magnetische Felder, Faraday'sches Gesetz, Maxwell-Gleichungen, elektromagnetische Wellen, elektrische und magnetische Felder in Materie  Lichteigenschaften, Absorption und Dispersion, Fresnelsche Formeln, Interferenz, Beugung, Streuung, Strahlen- und Wellenoptik</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Experimentalphysikalische Denk- und Arbeitsweise in der Maxwellschen Elektrodynamik und der Optik</i>
Literatur	<i>T.A. Moore; „Six Ideas That Shaped Physics R + E“; W. Demtröder "Experimentalphysik II"; D. Meschede "Gerthsen Physik"</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Theoretische Mechanik</i>
<b>Modulnummer</b>	211
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Gesamtumfang von 6SWS: SS: "Theoretische Physik I - Mechanik" 4V2Ü Der Vorlesung vorangestellt ist ein 5-tägiger Kompaktkurs (freiwillig) der den Krummlinige Koordinaten, Kurven- und Flächendifferentiation, Vektorfelder, Gradient gewidmet ist.</i>
Studiensemester	2. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Achim Feldmeier</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Mathematikkenntnisse vergleichbar Modulen 111 und 121</i>
Voraussetzung für die Ver- gabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verfügt über die Grundbegriffe Punktmechanik in Newtonscher, Euler-Lagrangescher und Hamiltonscher Formulierung.</i>
Inhalt	<i>Kinematik: Eulerformel; Scheinbeschleunigung Newtonsche Mechanik: Galileiinvarianz; Energie; konservatives Kraftfeld; harmonischer Oszillator; Resonanz; Dämpfung; Greensche Funktion; gekoppelte Oszillatoren; Zentralkraft; Drehimpuls; Keplerproblem; Integrale der Bewegung; effektives Potential; Streutheorie; Teilchensysteme Euler-Lagrangesche Formulierung: Prinzipien der virtuellen Arbeit und der kleinsten Wirkung; verallgemeinerte Koordinaten; Zwänge; Variationsrechnung; Lagrangegleichungen II. und I. Art; Lagrangesches Lemma; Erhaltungssätze; Noetherscher Satz Hamiltonsche Formulierung: Legendretransformation; Hamiltonsche Gleichungen; kanonische Transformation; erzeugende Funktion; Hamilton-Jacobi-Gleichung; Poissonklammer; Phasenraum; Wirkungs-Winkelvariable; Lagrangeableitung; Kontinuitätsgleichung; Satz von Liouville Starrer Körper: Drehgruppe; Eulersche Winkel; Drehmoment; Satz von Chasle; Trägheitstensor; Hauptachsentransformation; elementare Kreiseltheorie</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Anwendung gewöhnlicher Differentialgleichungen zur Beschreibung einfacher dynamischer Systeme</i>
Literatur	<i>Landau-Lifshitz Band 1, Nolting Band 1, Goldstein</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Mathematik II</i>
<b>Modulnummer</b>	221
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Gesamtumfang von 6SWS: SS: "Mathematik für Physiker II" 4V2Ü</i>
Studiensemester	2.
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Markus Klein, Institut für Mathematik</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Mathematikkenntnisse vergleichbar Modul 121</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 180Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Beherrscht die grundlegenden Sätze und Techniken der Analysis in normierten Vektorräumen und das Eigenwertproblem für Endomorphismen endl dim. Vektorräume. Kann lineare Differentialgleichungen lösen und Vektorfelder und Differentialformen integrieren.</i>
Inhalt	<i>Lin. Algebra: Direkte Summen und Projektoren, (nichtausgeartete) Bi- und Sesquilinearformen, adjungierte und duale Operatoren. Eigenwertproblem in endl. dim. Vektorräumen: Spektralsatz für selbstadjungierte und normale Endomorphismen, Jordannormalform. Funktionalkalkül und Exponentialfunktion. Anwendung: Lineare Differentialgleichungssysteme.  Analysis: Differenzierbarkeit von Abbildungen von Banachraum in Banachraum. Banachscher Fixpunktsatz, Umkehrabbildung, implizite Funktionen, Rangsatz, Taylorentwicklung. Untermannigfaltigkeiten (UMF) des <math>\mathbb{R}^n</math>, Extrema mit Nebenbedingungen. Maßtheorie, Lebesgue-Maß und Lebesgue-Integral. Kurvenintegrale: Vektorfelder, 1-Formen und Potenziale. Das euklidische Flächenelement einer UMF, Rotation und Divergenz. Integralsätze klassisch und (einführend) mit Formen. Approximation: Faltung und Konvergenz der Fourierreihe.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Sicherer Umgang mit mathematischen Begriffen. Korrekte Beweisführung.</i>
Literatur	<i>R. Wüst: Mathematik für Physiker, de Gruyter. Amman/Escher: Analysis 1-3, Vieweg. S. Lang: Undergraduate Analysis, Springer. K. Jänich: Mathematik II – geschrieben für Physiker, Springer. E. Brieskorn: Lineare Algebra II, Vieweg.</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Experimentalphysik III</i>
<b>Modulnummer</b>	301
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: „Exp.-Phys. III: Quanten-Materie-Thermodynamik“ 4V2Ü</i>
Studiensemester	<i>3. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Matias Bargheer</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Physikkenntnisse vergleichbar Modulen 101 und 201</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Die Studentinnen und Studenten beherrschen die physikalischen Grundlagen der Quanten, der Struktur der Materie, der Mechanik der Kontinua und der Thermodynamik</i>
Inhalt	<i>Konzepte der Quantenmechanik, Wellennatur der Teilchen; Photonen (Teilchennatur der Wellen), Unschärfe, Quantisierung, Schwarzer Strahler  Temperatur und Wärmemenge, Ausdehnung, Zustandsgleichung, Wärmekapazität, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Thermodynamische Zustandsgrößen und Zustandsänderungen, Enthalpie, Phasen, reversible und irreversible Prozesse, Carnotscher Kreisprozess, Entropie, thermodynamisches Gleichgewicht,  Mechanik von Materiesystemen, plastische Verformung, Kompressibilität von Flüssigkeiten und Gasen, Schwerkraft in Flüssigkeiten und Gasen, Strömungen, Bernoulli-Gleichung, Zähigkeit, Schall</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Experimentalphysikalische Denk- und Arbeitsweise in der Wärmelehre und Kontinuumsmechanik.</i>
Literatur	<i>W. Demtröder: „Experimentalphysik I+III“, T.A. Moore: „Six Ideas That Shaped Physics Q + T“; D. Meschede "Gerthsen Physik"; Bergmann/Schäfer "Experimentalphysik V"</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Grundpraktikum II</i>
<b>Modulnummer</b>	302
<b>Leistungspunkte</b>	12LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Laborübungen zu 25 Versuchen, ein Projektpraktikum, und begleitende Vorlesungen im Umfang von 10SWS WS: „Grundpraktikum: Thermodynamik und Optik“ 3P „Elektronik“ 1V1P SS: „Grundpraktikum: Atom- und Kernphysik“ 3P „Messtechnik“ 1V1P</i>
Studiensemester	<i>3. und 4. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Dr. Hartmut Schmidt</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 150h Selbststudium 50h Berichterstellung 160h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>für das 3. Semester: Kenntnisse vergleichbar Module 101, 102 und 201; für das 4. Semester: Kenntnisse vergleichbar Module 301</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Praktische Versuchsdurchführung und schriftliche Auswertung</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Ziel ist die Beherrschung grundlegender Methoden experimentellen Arbeitens sowie der Erwerb theoretischer und praktischer Kenntnisse in Elektronik und rechnergestützter Prozesssteuerung, Datenerfassung, -aufbereitung und -analyse.</i>
Inhalt	<b>Vorlesung Elektronik:</b> <i>passive und aktive elektronische Netzwerke, Dioden, Transistoren, Operationsverstärker</i> <b>Vorlesung Messtechnik:</b> <i>Einführung in die analoge und digitale Steuerung von (Mess-) Geräten sowie in eine moderne Programmierumgebung und ein Datenanalysesystem</i> <b>Praktikum:</b> <i>25 Laborübungen zu Thermodynamik (5), Optik (5), Atom- (5), Kernphysik (5), Elektronik (5) und ein Projektpraktikum zur Messtechnik.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Teamarbeit, Planungskompetenz, Durchführen praktischer Arbeiten in definierten Zeitfenstern, Dokumentation und Auswertung wissenschaftlicher Sachverhalte, Umgang mit Software-Paketen</i>
Literatur	<i>W. Schenk: „Physikalisches Praktikum“; W. Stolz: „Radioaktivität“; R. Jamal + A. Hagenstedt: „LabVIEW Das Grundlagenbuch“</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Theoretische Elektrodynamik</i>
<b>Modulnummer</b>	311
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS: WS: „Theoretische Physik II - Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie“ 4V2Ü  Der Vorlesung vorangestellt ist ein 5-tägiger Kompaktkurs (freiwillig) in dem ein paar nützliche Begriffe der Vektoranalysis vorgestellt werden (Div-Grad-Rot; Differentialformen; Integralsätze der Vektoranalysis)</i>
Studiensemester	3. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Martin Wilkens</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Mathematikkenntnisse vergleichbar Module 121 und 221; Physikkenntnisse vergleichbar Module 101 und 201.</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verfügt über die Grundbegriffe der klassischen Feldtheorie und der Maxwellschen Elektrodynamik.</i>
Inhalt	<i>Maxwellgleichungen; Skalares und Vektorpotential; Erhaltungssätze; Poyntingsches Theorem; Maxwellscher Spannungstensor Elektrostatik Summations- und Randwertprobleme; Multipolentwicklung; Magnetostatik  Elektromagnetische Wellen; ebene Wellen; allgemeine Wellenfelder; Gaussscher Lichtstrahl  Greensche Funktion der Wellengleichung; Retardierte Potentiale; Lienard-Wiechert Potential; Hertzscher Dipol; Elementare Theorie der Strahlungsdämpfung (Abraham-Lorentz Modell.  Molekulare Elektrodynamik; Polarisation und Magnetisierung; Permeabilität und Permittivität; Clausius-Mossotti; Brechungsgesetze; Kausalität und Analytizität; Kramers-Kroning Dispersionsrelationen  Relativitätsprinzipien; Lorentztransformation; Minkowskiraum; Längenkontraktion und Zeitdilatation.; 4-er Vektoren, Tensoren, Indexgymnastik; relativistische Punktmechanik</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Umgang mit partiellen Differentialgleichungen zur Beschreibung raumzeitlicher Prozesse</i>
Literatur	<i>J. D. Jackson „Klassische Elektrodynamik“</i>



<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Mathematik III</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>321</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Gesamtumfang von 6SWS: SS: "Mathematik für Physiker III" 4V2Ü</i>
Studiensemester	<i>3. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Markus Klein, Institut für Mathematik</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Mathematikkenntnisse vergleichbar Module 121 und 221</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 180Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Beherrscht die Grundbegriffe der Funktionentheorie und der Theorie gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sowie der Fouriertransformation (von Distributionen), mit Anwendungen in der Physik.</i>
Inhalt	<i>Funktionentheorie: Holomorphe Funktionen, (inhomogene) Cauchysche Integralformel. Isolierte Singularitäten und Laurententwicklung. Residuensatz und Anwendungen. Maximumsprinzip. Optional: konforme Abbildungen und Potentialgleichung; Differentialgleichungen im Komplexen: schwach und stark singuläre Punkte, Reihenentwicklungen und Fundamentalsysteme, spezielle Funktionen der math. Physik. Gewöhnliche Differentialgleichungen: Explizite Lösungsverfahren, Existenz und Eindeutigkeit nach Picard. Integralkurven und maximaler Fluß. Gleichung der Variation und Satz von Liouville. Periodische Probleme, Stabilität. Greensche Funktion für Randwertprobleme. Partielle Differentialgleichungen: Distributionen und Fouriertransformation. Gleichungen erster Ordnung (nichtlinear): Charakteristiken. Klassifikation: Elliptisch, parabolisch, hyperbolisch. Der Laplace-Operator: Maximumsprinzip, Harnackungleichung, Randwertprobleme (Greensche Funktion, Poissonkern). Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Umgang mit abstrakten Kategorien, mathematische Beweisführung.</i>
Literatur	<i>K. Jänich: Funktionentheorie, Springer; Arnold: Gewöhnliche Differentialgleichungen, Springer; T. Bröcker: Analysis 3, BI Wissenschaftsverlag; Folland: Introduction to partial differential equations, Princeton University Press</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Experimentalphysik IV</i>
<b>Modulnummer</b>	401
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Gesamtvolumen von 6SWS: SS: "Experimentalphysik IV: Atome - Kerne - Elementarteilchen" 4V2Ü</i>
Studiensemester	4. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Ralf Menzel</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Physikkenntnisse vergleichbar Module 101, 102, 201 und 301</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Die Studenten und Studentinnen beherrschen die physikalischen Grundlagen der Atom- Kern- und Elementarteilchenphysik.</i>
Inhalt	<i>Physik der Photonen und deren Wechselwirkung mit Materie (kurz)  Physik der Atome: Quantenzahlen, optische Übergänge (auch kurz Feinstruktur, Zeeman), Röntgenstrahlung, Einfluss der Atomkerne, Kräfte zwischen Atomen, Quantenmaterie  Kernphysik: Aufbau der Kerne, Stabilitätskriterien, Radioaktivität  Elementarteilchen: Einteilung der Elementarteilchen, Innere Struktur der Nukleonen, Symmetrien, Invarianzen und Erhaltungssätze, Standardmodell (Prinzip)</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Experimentalphysikalische Denk- und Arbeitsweise in den phänomenologischen Grundlagen der Quantenphysik</i>
Literatur	<i>Bergmann/Schäfer, „Experimentalphysik IV“, W. Demtröder: „Experimentalphysik III+IV“; T. Mayer-Kuckuk: „Atomphysik“; T. Mayer-Kuckuk: „Kernphysik“ D. Meschede: „Gerthsen Physik“; Haken/Wolf "Atom- und Quantenphysik"</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Theoretische Physik III – Quantenmechanik</i>
<b>Modulnummer</b>	411
<b>Leistungspunkte</b>	10LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<p><i>Vorlesungen und Übungen im Gesamtumfang von 8SWS</i>  SS: "Theoretische Physik III – Quantenmechanik" 4V2Ü  SS: "Gruppentheorie für PhysikerInnen" 2V</p> <p><i>Der Vorlesung vorangestellt ist ein 5-tägiger Kompaktkurs, in dem neben einem ideengeschichtlichen Abriss der Quantenmechanik die wesentlichen Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie wiederholt werden.</i></p>
Studiensemester	4. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Martin Wilkens</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 120h</i> <i>Selbststudium 150h</i> <i>Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Mathematikkenntnisse vergleichbar Module 121, 221, 321; Physikkenntnisse vergleichbar Module 101, 201, 301.</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verfügt über die Grundbegriffe der Quantenmechanik; kann einfache quantenmechanische Systeme theoretisch beschreiben und analysieren</i>
Inhalt	<p><i>Postulate der Quantenmechanik: Zustand, Observable, Schrödingergleichung, Kommutator; Unbestimmtheitsrelationen. Heisenbergbild; Schrödingerbild; Ehrenfest'sches Theorem.</i></p> <p><i>Wellenpakete; Bewegung in einer Raumdimension; gebundene Zustände; Streuzustände; Tunneln; Harmonischer Oszillator; Erzeuger / Vernichter; kohärente Zustände; Periodisches Potential; Bloch'sches Theorem</i></p> <p><i>Teilchen im elektromagnetischen Feld; Drehimpuls und Spin; Spinresonanz; Wasserstoffatom; Feinstruktur; Hyperfeinstruktur. Störungstheorie; Fermis Goldene Regel; Variationsprinzipien.</i></p> <p><i>Verschränkung; Bellsche Ungleichungen; Statistische Mischung; Dichtematrix</i></p>
Schlüsselkompetenzen	<i>Fähigkeiten des Physikers/der Physikerin, sich der Beschreibung einfacher Quantensystemen mit Mitteln der Funktionalanalysis und Spektraltheorie anzunehmen und weitreichende Schlussfolgerungen aus einigen wenigen physikalischen Grundannahmen zu ziehen. Kritische Reflektion auf das epistemische und ontologische Grundgerüst der Physik.</i>
Literatur	<i>Franz Schwabl "Quantenmechanik"</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Mathematik IV</i>
<b>Modulnummer</b>	421
<b>Leistungspunkte</b>	6LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 4SWS SS: "Mathematik für Physiker IV" 3V1Ü</i>
Studiensemester	4. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Markus Klein, Institut für Mathematik</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 60h Selbststudium 90h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Mathematikkenntnisse vergleichbar Module 121, 221 und 321</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; ; entweder benoteter Seminarvortrag mit schriftlicher Ausarbeitung, oder Klausur</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verfügt über Grundbegriffe der Spektraltheorie und der Stochastik hinsichtlich ihrer Bedeutung in Quantenmechanik und statistischer Physik.</i>
Inhalt	<i>Spektraltheorie: Theorie der Hilberträume und Banachräume, beschränkte und unbeschränkte lineare Operatoren in Hilberträumen, abgeschlossene und selbstadjungierte Operatoren. Quadratische Formen und Operatoren der Quantenphysik. Spektralsatz für (unbeschränkte) selbstadjungierte (kommutierende) Operatoren. Satz von Stone. Wtheorie: Zufallsvariablen, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten. Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz (in einfachen Fällen). Entropie und Reduktion des Zustandsraums (nach Shannon). Markovketten und Irrfahrten, Rekurrenz und Transienz, Ergodensatz. Gibbsmaße und thermodynamischer Limes.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Selbständige Lesefähigkeit mathematischer Texte mit Bedeutung für die Physik . Korrekte Wiedergabe math. Sätze.</i>
Literatur	<i>Reed/Simon: Modern Methods of Math.Physics I&amp;II, Acad. Press; Sinai: Probability.</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Experimentalphysik V</i>
<b>Modulnummer</b>	501
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: "Molekülphysik und optische Spektroskopie" 2V1Ü WS: "Einführung in die Festkörperphysik" 2V1Ü</i>
Studiensemester	5. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Matias Bargheer</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Physikkenntnisse vergleichbar Module 401 und 411</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Die Studentinnen und Studenten beherrschen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Spektroskopie, der Molekülphysik sowie der Physik translationsinvarianter Festkörper.</i>
Inhalt	<b><i>Molekülphysik und optische Spektroskopie:</i></b> <i>Eigenschaften von Licht, Lineare Wechselwirkungen von Licht mit Atomen und Molekülen, Quantenmechanik der Moleküle, Born-Oppenheimer Näherung, Molekülorbitale, Bindungen, Energieniveaus und Besetzung, Potentialdiagramme, Rotation, Vibration, elektronische Anregung, Fluoreszenz, nichtstrahlende Prozesse. Experimentelle (insbesondere spektroskopische) Methoden zu den genannten Themen</i> <b><i>Einführung in die Festkörperphysik:</i></b> <i>Struktur der Kristalle, das reziproke Gitter, Phononen, anharmonische Effekte: Wärmekapazität, -leitung, -ausdehnung, Elektronengas, Energiebänder, Metalle – Halbleiter – Isolatoren, dielektrische Funktion, optische Eigenschaften. Experimentelle Methoden zu den genannten Themen</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Experimentalphysikalische Denk- und Arbeitsweise in den Grundlagen der Molekülphysik und Festkörperphysik</i>
Literatur	<i>W. Demtröder: „Experimentalphysik III“, W. Demtröder „Molekülphysik“, H. Haken und H.C. Wolf: „Molekülphysik und Quantenchemie“, Atkins „Physikalische Chemie“, R. Menzel „Photonics“, Kittel: „Festkörperphysik“, Ashcroft + Mermin „Festkörperphysik“, Ibach + Lüth „Festkörperphysik“</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Fortgeschrittenen Praktikum</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>502</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>6LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Laborübungen zu 4 Versuchen im Umfang von 5SWS WS: „Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene“ 5P</i>
Studiensemester	<i>5. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Dr. Horst Gebert</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 75h Selbststudium 30h Bericht- und Postererstellung 75h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>Abschluss der Module 101 und 201</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Physikkennnisse vergleichbar Module 102, 301, 302, 401, 211, 311, 411</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Praktische Versuchsdurchführung und schriftliche Auswertung. Die Ergebnisse eines Versuchs sind auf einem Poster darzustellen und zu verteidigen.</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Der Student/die Studentin verfügt über Kenntnisse und Fähigkeiten der Anwendung grundlegender Verfahren moderner physikalischer Messtechnik  Er/Sie ist in der Lage, komplexe Messtechnik zu bedienen, Messdaten im Zusammenhang auszuwerten und die Ergebnisse in geeigneter Form darzustellen.</i>
Inhalt	<i>Vier Versuche zu grundlegenden Fragestellungen und Untersuchungsmethoden aus  der Festkörperphysik einschl. Physik weicher Materie, der Photonik, der Atom- und Molekülphysik und der Kernphysik  sowie Standardversuche mit moderner Messtechnik.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Planung und Organisation der Arbeitsschritte der Gruppe; Dokumentation, Auswertung und Beurteilung der Arbeitsergebnisse; Umgang mit Softwarepaketen: Origin, Labview, Office; Auftrittskompetenz: Poster-Präsentationen</i>
Literatur	<i>Vgl. Anleitungen der konkret durchzuführenden Versuche</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Thermodynamik und statistische Physik</i>
<b>Modulnummer</b>	511
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: "Theor. Phys. IV: Thermodynamik und Stat. Phys." 4V2Ü</i>
Studiensemester	5. Fachsemester
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Frank Spahn</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Mathematikkenntnisse vergleichbar Module 321 und 421; Physikkenntnisse vergleichbar Module 101, 201, 211 und 411</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Schriftliche Prüfung (ca. 120Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Den Studentinnen und Studenten werden Grundbegriffe der Thermodynamik und statistische Physik nahegebracht – sie lernen, thermodynamische Systeme &amp; Probleme phänomenologisch und statistisch zu beschreiben und zu analysieren.</i>
Inhalt	<i>Thermodynamik: Temperatur, innere Energie und Entropie, Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentiale und Gleichgewicht, Methode der Kreisprozesse (Carnot), Wärmekapazitäten, Mehr-Phasen – u. Komponentensysteme, Phasenübergänge, Grenzen der Phänomenologie; Grundlagen der statistischen Mechanik (a priori Wahrscheinlichkeiten, Sätze von Liouville &amp; Liouville-v. Neumann, Konstanz des Phasenraumvolumens etc.); mikrokanonisches, kanonisches und großkanonisches Ensemble, klassische – u. Quantenstatistik, Dichtematrix und Dichteoperator, Fermi- und Bosegas, entartete Quantengase; Phasenübergänge; Bose-Einstein-Kondensation</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Fähigkeiten des Physikers, sich der Beschreibung von komplexen (thermodyn. &amp; Vielteilchen) Systemen mit Mitteln der statistischen Physik sowie der phänomenologischen Thermodynamik anzunehmen und weitreichende Schlussfolgerungen aus einigen wenigen physikalischen Grundannahmen zu ziehen!</i>
Literatur	<i>E. Schrödinger: „Statistical Thermodynamics“; K. Huang: „Statistical Mechanics“; A. Schwabl: „Statistische Mechanik“; A. Sommerfeld: „Thermodynamik &amp; Statistik“; F. Spahn: Skript auf <a href="http://www.agnld.uni-potsdam.de/~frank/">www.agnld.uni-potsdam.de/~frank/</a></i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Naturwissenschaftliche Fächer</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>531</i>
Leistungspunkte	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>werden durch das anbietende Fach definiert</i>
Studiensemester	<i>5. und 6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Dieter Neher</i>
Sprache	<i>deutsch/englisch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Gesamt 240h. Die Verteilung auf Kontaktzeit, Selbststudium und Prüfungsvorbereitung wird durch das anbietende Fach definiert.</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Wird durch das anbietende Fach definiert. Der/die Studierende lässt sich einen benoteten Schein über die erbrachten Leistungspunkte ausstellen, der beim Modulverantwortlichen einzureichen ist.</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Der/Die Studierende erweitert sein/ihr in den Pflichtveranstaltungen erlerntes physikalisches Grundwissen durch Kenntnisse zu naturwissenschaftlichen Themen.</i>
Inhalt	<i>Der/Die Studierende wählt benotete Module oder Modulteile aus beliebigen Bachelorstudiengängen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät (einschließlich Physik) im Umfang von insgesamt mindestens 8 Leistungspunkten. Der Inhalt dieser Module wird durch das anbietende Fach definiert.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Werden durch das anbietende Fach definiert</i>
Literatur	<i>Wird durch das anbietende Fach definiert</i>



<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Nichtphysikalische Fächer</i>
<b>Modulnummer</b>	532
<b>Leistungspunkte</b>	8LP
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>wird durch das anbietende Fach definiert</i>
Studiensemester	<i>5. und 6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Carsten Beta</i>
Sprache	<i>deutsch/englisch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Gesamt 240h. Die Verteilung auf Kontaktzeit, Selbststudium und Prüfungsvorbereitung wird durch das anbietende Fach definiert.</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>keine</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Wird durch das anbietende Fach definiert. Der/die Studierende lässt sich einen benoteten Schein über die erbrachten Leistungspunkte ausstellen, der beim Modulverantwortlichen einzureichen ist.</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Der/Die Studierende ergänzt sein/ihr in den Pflichtveranstaltungen erlerntes physikalisches Grundwissen durch Kenntnisse zu interdisziplinären und fachfremden Themen, die außerhalb der Physik liegen.</i>
Inhalt	<i>Der/Die Studierende wählt Veranstaltungen aus dem Angebot aller Fakultäten (außer Physik) im Umfang von insgesamt mindestens 8 Leistungspunkten. Der Inhalt dieser Veranstaltungen wird durch das anbietende Fach definiert</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Das Modul bietet die Möglichkeit, über die fachnahen Inhalte hinaus interdisziplinäre Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen zu erwerben. Auch Einblicke in andere Fachkulturen oder die Auseinandersetzung mit allgemeinbildenden, gesellschaftsrelevanten Themen kommen in Frage.</i>
Literatur	<i>Wird durch das anbietende Fach definiert.</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Physik kondensierter Systeme</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>541a</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS. Die aktuelle Liste von Veranstaltungsangeboten findet sich im kommentierten Vorlesungsverzeichnis Physik.</i>
Studiensemester	<i>5. und 6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Svetlana Santer</i>
Sprache	<i>deutsch, auf Wunsch englisch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Grundkenntnisse der Physik entsprechend dem 4. Fachsemester</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Mündliche Prüfung (ca. 45 Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Der/Die Studierende ist mit Aufbau, Struktur und wesentlichen physikalischen Eigenschaften kondensierter Materie mit dem Schwerpunkt weicher Materie vertraut. Außerdem besitzt er/sie die für eine interdisziplinäre Kooperation mit einschlägigen Gebieten der Chemie und der Biologie erforderlichen Grundkenntnisse.</i>
Inhalt	<i>Wechselwirkungen in kondensierter Materie, Mechanismen der Strukturbildung, Physik der Polymere, Einführung in die Physik niederdimensionaler Systeme, Struktur und Dynamik komplexer Systemen, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen.</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Anwendung mathematischer Methoden und physikalischer Grundlagen zur Beschreibung und Analyse komplexer Systeme mit mehreren Komponenten; Fachenglisch-Kenntnisse</i>
Literatur	

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Astrophysik einschl. Gravitationsphysik</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>541b</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang 6SWS WS: "Grundkurs Astrophysik I" 2V1Ü SS: "Grundkurs Astrophysik II" 2V1Ü</i>
Studiensemester	<i>5. und 6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Wolf-Rainer Hamann</i>
Sprache	<i>deutsch, auf Wunsch englisch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Grundkenntnisse der Physik entsprechend dem 4. Fachsemester</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Mündliche Prüfung (ca. 45 Min) oder schriftliche Prüfung (ca 120 Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Überblick über die kosmischen Phänomene und ihre physikalischen Grundlagen</i>
Inhalt	<i>Sonnensystem; Keplersche Gesetze; Himmelskoordinaten; astronomische Instrumente; Sonne; Strahlungstransport, Spektrenentstehung, Strahlungsgleichgewicht; Konvektion; Sterne: Atmosphären, Aufbau, Entstehung und Entwicklung; kosmische Strahlung; diffuse Materie; Sternhaufen; Galaxien; kosmische Strukturbildung; Gravitationslinsen; frühes Universum; Kosmologie</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise in der Astrophysik; Fachenglisch-Kenntnisse</i>
Literatur	<i>Einführungen in die Astronomie und Astrophysik nach Wahl</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul Nichtlineare Dynamik</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>541c</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang 6SWS WS: „Einführung in die Nichtlineare Dynamik“ 2V1Ü SS: „Einführung in die Chaostheorie“ 2V1Ü Eine Liste alternativer Veranstaltungsangebote findet sich im kommentierten Vorlesungsverzeichnis Physik.</i>
Studiensemester	<i>5. und 6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Arkadi Pikovski</i>
Sprache	<i>deutsch, auf Wunsch englisch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Grundkenntnisse der Physik entsprechend dem 4. Fachsemester Mathematikkenntnisse vergleichbar Module 121, 221, 321, 421</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Mündliche Prüfung (ca. 45 Min) oder schriftliche Prüfung (ca 120 Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verfügt über die Grundbegriffe, elementare Methoden und Anwendungen der nichtlinearen Physik</i>
Inhalt	<i>Elementare nichtlineare Dynamik, nichtlineare Schwingungen, Bifurkationen, Chaostheorie</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Fachenglisch-Kenntnissen,</i>
Literatur	<i>S. Strogatz : „Nonlinear Dynamics and Chaos“; Script</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul: Photonik und Quantenoptik (einschl. Elementarteilchenphysik)</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>541d</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: "Einführung in die Quantenoptik I" 2V1Ü SS: "Einführung in die Quantenoptik II" 2V1Ü Eine Liste alternativer Veranstaltungsangeboten findet sich im kommentierten Vorlesungsverzeichnis Physik.</i>
Studiensemester	<i>5. und 6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>PD Dr. Carsten Henkel</i>
Sprache	<i>deutsch, auf Wunsch englisch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Kompetenzen vergleichbar Module 301, 401, 321 und 421</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Mündliche Prüfung (ca. 45 Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Der/Die Studierende ist mit den Konzepten der Quantenoptik (Photon, Mode, Qubit, Kohärenz, Korrelation, Information), ihren Prinzipien (Feld-Quantisierung, Atom-Laser Wechselwirkung) vertraut, und beherrscht ihr strategisches Arsenal (Drehwellennäherung, Zwei-Niveau Atom, Mastergleichung, Quasiwahrscheinlichkeiten, Adiabatische Elimination, Born-Markoff-Näherung). Er/sie kann optische Elemente (Spiegel, Linsen, Strahlteiler), parametrische Prozesse (optische Konversion, Phasenkonjugation) und optische Quellen (Maser, Laser) modellieren.</i>
Inhalt	<i>Wechselwirkung Materie-Licht; Quantisierung freier Felder; Zustände des Strahlungsfeldes (Fock, Kohärent, gequetscht, thermisch); Quantentheorie passiver optischer Elemente; Jaynes-Cummings Modell; Quantentheorie der Photodetektion; Korrelationsfunktionen; Mastergleichung; Quantentheorie der natürlichen Linienbreite; Fokker-Planck Gleichung; elementare Quantentheorie des Lasers; Konzepte der Quanteninformation</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise in der Quantenoptik und Photonik; Fachenglisch-Kenntnisse</i>
Literatur	<i>Ch. Gerry/P. Knight: „Introduction Quantum Optics“, M.O. Scully/M. S. Zubairy: “Quantum Optics”, Saleh/Teich: “Fundamentals in Photonics”</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Wahlpflichtmodul: Klimaphysik</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>541e</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>8LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>Vorlesungen und Übungen im Umfang von 6SWS WS: „Physik der Atmosphäre“ 2V1Ü SS: „Dynamics of the Climate System“ 2V1Ü Eine Liste alternativer Veranstaltungsangeboten findet sich im kommentierten Vorlesungsverzeichnis Physik.</i>
Studiensemester	<i>5. und 6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Norbert Seehafer</i>
Sprache	<i>deutsch, auf Wunsch englisch</i>
Arbeitsaufwand	<i>Kontaktzeit 90h Selbststudium 120h Prüfungsvorbereitung 30h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>keine</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Grundkenntnisse der Physik entsprechend dem 3. Fachsemester</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Studienbegleitende Leistungserfassung in den Übungen; Mündliche Prüfung (ca. 45 Min) oder schriftliche Prüfung (ca 120 Min)</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Verständnis von Grundkonzepten der Klimaphysik und Fähigkeit, diese anzuwenden</i>
Inhalt	<i>Grundgleichungen und Phänomenologie der Atmosphären-, Ozean- und Eisphysik Anwendung der Fluidgleichungen auf großskalige Atmosphären-, Ozean- und Landeisdynamik Physik atmosphärischer Prozesse und Dynamik der atmosphärischen Zirkulation Klimageschichte der Erde</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Fachenglisch-Kenntnisse</i>
Literatur	<i>“Dynamic Meteorology”, J.R. Holton “Atmosphere-Ocean Dynamics”, A. E. Gill “Geophysical Fluid Dynamics”, J. Pedlosky</i>

<b>Modulbezeichnung:</b>	<i>Bachelorarbeit</i>
<b>Modulnummer</b>	<i>641</i>
<b>Leistungspunkte</b>	<i>14LP</i>
Lehrveranstaltungen und -formen	<i>"Learning by doing" und regelmäßige Konsultation mit dem Betreuer.</i>
Studiensemester	<i>6. Fachsemester</i>
Modulverantwortliche(r)	<i>Prof. Dr. Matias Bargheer</i>
Sprache	<i>deutsch</i>
Arbeitsaufwand	<i>360h</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>120 LP aus dem Bachelorstudium im Fach Physik</i>
Empfohlene Voraussetzungen	<i>Lehrveranstaltungen, die direkten Bezug zum Thema der Bachelorarbeit haben</i>
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	<i>Erfolgreiches Anfertigen der Bachelorarbeit und deren mündliche Erläuterung</i>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<i>Die Studentin / der Student kann Inhalt und Umfeld der eigenen Bachelorarbeit schriftlich darstellen und ihren wissenschaftlichen Gehalt verteidigen.</i>
Inhalt	<i>Wissenschaftliche Fragen und Hintergründe in Zusammenhang mit dem Thema der Bachelorarbeit; Kenntnisse und Fähigkeiten, die zur Anfertigung der Bachelorarbeit benötigt werden</i>
Schlüsselkompetenzen	<i>Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise (Erarbeiten von Lösungen zu komplexen Fragestellungen), Teamarbeit, Diskussionsvermögen, Anwendung mathematischer Methoden, Selbstorganisation, Planungskompetenz: Identifizieren von Arbeitsschritten, Zeit- und Ressourcenmanagement, Durchführen praktischer Arbeiten in definierten Zeitfenstern, Dokumentation und Auswertung wissenschaftlicher Sachverhalte</i>
Literatur	<i>Lehrbücher und wissenschaftliche Publikationen zum Thema der Bachelorarbeit</i>