



Modulhandbuch

Fach-Bachelor of Science in Physik

Stand: 01.10.2017

Inhaltsverzeichnis

Kerncurriculum

Experimentalphysik I: Mechanik	3
Experimentalphysik II: Elektrodynamik und Optik	5
Experimentalphysik III: Atom- und Molekülphysik	7
Experimentalphysik IV: Thermodynamik und Statistik	9
Experimentalphysik V: Festkörperphysik	11
Einführung in die Theoretische Physik.....	13
Theoretische Physik I: Klassische Teilchen und Felder I	15
Theoretische Physik II: Quantenmechanik.....	17
Theoretische Physik III: Thermodynamik/Statistik.....	19
Grundpraktikum Physik	21
Numerische Methoden der Physik.....	23

Physikmodule im Professionalisierungsbereich

Praxismodul	25
Angewandte und medizinische Akustik.....	28
Ausgewählte Aspekte der modernen Physik.....	30
Biomedizinische Physik und Neurophysik.....	31
Einführung in die Kern- und Teilchenphysik.....	33
Einführung in die Kosmologie	35
Einführung in die Photonik.....	36
Einführung in die Sprachverarbeitung.....	38
Optik der Atmosphäre und des Ozeans.....	40
Programmierkurs C/C++.....	42
Projektpraktikum.....	43
Renewable Energies I	44
Theoretische Physik IV: Klassische Teilchen und Felder II.....	46

Abschlussarbeit

Bachelorarbeitsmodul.....	48
---------------------------	----

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Experimentalphysik I: Mechanik
Modulkürzel	phy010
Lehrveranstaltungen	Experimentalphysik I, Vorlesung Experimentalphysik I, Übung
Studiensemester	Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. N. Nilius
Dozenten/innen	Prof. Dr. N. Nilius, apl. Prof. Dr. A. Kittel, Prof. Dr. J. Peinke
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor Physik, 1. Semester ○ Zwei-Fächer-Bachelor in Physik, 1. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 1. Semester (alternativ zu „Mechanics“) ○ Fach-Bachelor in Mathematik und Informatik, Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach, Zeitpunkt nach Maßgabe der Fächer
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 96 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Mathematikkenntnisse auf dem Niveau des vor Beginn des Wintersemesters angebotenen Vorkurses Mathematik
Angestrebte Lernergebnisse	Anhand einer exemplarischen Behandlung der Mechanik wird mit den Grundlagen der physikalischen Arbeitsweise vertraut gemacht, die Bedeutung von Experiment und theoretischer Modellbildung im physikalischen Erkenntnisvorgang vermittelt und wichtiges physikalisches Grundwissen aufgebaut.
Inhalt	Grundlagen physikalischer Messungen; Raum und Zeit; Kinematik und Dynamik; Arbeit und Energie; Erhaltungssätze; der starre Körper; deformierbare Medien; Schwingungen und Wellen
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 2-stündige Klausur oder mündliche Prüfung von maximal 45 min. Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Skript in gedruckter Form, Foliensammlung im Internet, Tafel, Beamerpräsentationen, Vorlesungsexperimente.
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, S. W. Koch: Physik. Wiley-VCH, Weinheim, BIS 2. P. A. Tipler, G. Mosca, D. Pelte, M. Basler: Physik. Spektrum

	<p>Akademischer Verlag, BIS</p> <ol style="list-style-type: none">3. W. Demtröder: Experimentalphysik, Band 1: Mechanik und Wärme. Springer, Berlin, BIS4. L. Bergmann, C. Schäfer, H. Gobrecht: Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 1: Mechanik, ... De Gruyter, Berlin, BIS5. D. Meschede: Gerthsen Physik, Springer, Heidelberg, BIS6. R. Müller: Klassische Mechanik, De Gruyter, Berlin, BIS
--	--

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Experimentalphysik II: Elektrodynamik und Optik
Modulkürzel	phy020
Lehrveranstaltungen	Experimentalphysik II, Vorlesung Experimentalphysik II, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. C. Lienau
Dozenten/innen	Prof. Dr. C. Lienau, apl. Prof. Dr. A. Kittel
Sprache	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, 2. Semester ○ Zwei-Fächer-Bachelor in Physik, 2. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 2. Semester (alternativ zu „Electrodynamics and Optics“) ○ Fach-Bachelor in Mathematik und Informatik, Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach, Zeitpunkt nach Maßgabe der Fächer
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 96 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Experimentalphysik I, Analysis I und Lineare Algebra
Angestrebte Lernergebnisse	Den Studierenden werden Kenntnisse über grundlegende Sachverhalte aus Elektrizitätslehre, Magnetismus und Optik sowie der Feldbegriff vermittelt. Sie erlangen Fertigkeiten zur Anwendung des Formalismus der Vektoranalysis zur Behandlung von Feldeigenschaften, zur Beschreibung grundlegender Eigenschaften von Wechselstromkreisen und Wellenausbreitung sowie zur Anwendung komplexer Zahlen zur Lösung von physikalischen Problemen. Sie erwerben Kompetenzen zur Integration von Kenntnissen aus der Experimentalphysik und mathematischen und theoretischen Fertigkeiten zum Verständnis der Wechselwirkung von Experiment und Theorie am Beispiel von Phänomenen der Elektrodynamik. Außerdem erlangen sie Kompetenzen zur gesellschaftspolitischen Einordnung der Konsequenzen von physikalischer Forschung.
Inhalt	Elektrostatik; Materie im elektrischen Feld; das Magnetfeld; Bewegung von Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern; magnetische Eigenschaften der Materie; Induktion; Elektromagnetische Wellen; Licht als elektromagnetische Welle, grundlegende Phänomene der Optik

Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 2-stündige Klausur oder mündliche Prüfung von maximal 45 min. Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Skript in gedruckter Form, Foliensammlung im Internet, Tafel, Beamerpräsentationen, Vorlesungsexperimente.
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. W. Demtröder: Experimentalphysik, Band 2: Elektrizität und Optik. Springer, Berlin, BIS 2. D. Meschede: Gerthsen, Physik. Springer, Berlin, BIS 3. P. A. Tipler, G. Mosca, D. Pelte, M. Basler: Physik. Spektrum Akademischer Verlag, BIS 4. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Physik, Wiley-VCH, Weinheim, BIS 5. H. Hänsel, W. Neumann: Physik. Elektrizität, Optik, Raum und Zeit. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, BIS 6. K. Dransfeld / P. Kienle, Physik II, Elektrodynamik und spezielle Relativitätstheorie, Oldenbourg, München, BIS 7. E. Hecht: Optik. Oldenbourg, München, BIS 8. W. Zinth, U. Zinth, Optik, Oldenbourg, München, BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Experimentalphysik III: Atom- und Molekülphysik
Modulkürzel	phy030
Lehrveranstaltungen	Experimentalphysik III, Vorlesung Experimentalphysik III, Übung
Studiensemester	Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Wollenhaupt
Dozenten/innen	Prof. Dr. M. Wollenhaupt, Prof. Dr. C. Lienau
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, 3. Semester ○ Zwei-Fächer-Bachelor in Physik, LA Gymnasium, 3. Semester ○ Zwei-Fächer-Bachelor in Physik, LA GHR, 3. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 3. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 96 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Analysis I und IIa, Lineare Algebra, Experimentalphysik I und II
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erhalten Kenntnisse über die grundlegenden Prinzipien der Atom- und Molekülphysik. Sie erlangen die Fertigkeit, durch Diskussion zentraler Schlüsselexperimente zwischen klassischen und quantenmechanischen Beschreibungen mikroskopischer Materie zu unterscheiden. Sie erwerben die Kompetenz zur Kombination von Kenntnissen aus der Experimentalphysik mit mathematischen und theoretischen Fertigkeiten, um Phänomene der mikroskopischen Physik zu deuten und qualitativ bzw. quantitativ zu beschreiben. Außerdem erlangen sie Kompetenzen zur gesellschaftspolitischen Einordnung der Konsequenzen von physikalischer Forschung.
Inhalt	Aufbau des Atoms; Photonen; Spektroskopische Methoden; Welleneigenschaften von Teilchen; Schrödinger-Gleichung, gebundene und ungebundene Zustände; Wasserstoffatom; Atome mit mehreren Elektronen; Atome in externen Feldern; Übergangswahrscheinlichkeiten, Absorption und Emission; Laser; Molekülbindung, Rotation und Schwingung von Molekülen; Molekülspektren, Auswahlregeln für Übergänge; ESR und NMR.
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, mündliche Prüfung von max. 45 Minuten Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .

Medienformen	Skript im Internet, Tafel, Beamerpräsentationen, Vorlesungsexperimente.
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. W. Demtröder: Experimentalphysik, Band 3: Atome, Moleküle, Festkörper. Springer, Berlin, BIS 2. H. Haken, H. C. Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie. Springer, Berlin, BIS 3. H.-J. Leisi: Quantenphysik. Springer, Berlin, BIS 4. T. Mayer-Kuckuk, Atomphysik, Teubner, Stuttgart, BIS 5. I.V. Hertel, C. P. Schulz: Atome, Moleküle und optische Physik, Springer, Berlin, BIS 6. W. Zinth, H.-J. Körner: Physik III: Optik, Quantenphänomene und Aufbau der Atome. Oldenbourg, München, BIS 7. B. Thaller: Visual Quantum Mechanics – Selected topics with computer generated movies of quantum mechanical phenomena. Springer, Berlin, BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Experimentalphysik IV: Thermodynamik und Statistik
Modulkürzel	phy040
Lehrveranstaltungen	Experimentalphysik IV, Vorlesung Experimentalphysik IV, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Peinke
Dozenten/innen	Prof. Dr. J. Peinke, Prof. Dr. Niklas Nilius
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, 4. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 96 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Analysis I und IIa, Lineare Algebra, Experimentalphysik I bis III
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erlernen die grundlegenden Prinzipien der phänomenologischen Thermodynamik einschließlich der Anwendungen auf dem Gebiet der Maschinen, sowie der mikroskopischen Thermodynamik und Statistik. Die Grundprinzipien werden auch anhand von Schlüsselexperimenten vermittelt. Die Veranstaltung bereitet auch den Besuch des Moduls Theoretische Physik III (Thermodynamik/Statistik) vor.
Inhalt	Thermodynamische Zustandsgrößen, Hauptsätze der Thermodynamik, ideale und reale Gase, Potentialfunktionen aus der Legendre-Transformation, irreversible Zustandsänderungen, Kreisprozesse, Aggregatzustände, offene Systeme und Phasenübergänge, Wärmeleitung und Diffusion, statistische Ansätze für Gleichverteilung im Volumen, Entropieänderungen, kinetische Gastheorie, Boltzmann-, Fermi-Dirac- und Bose-Einstein-Statistik, Maxwell Verteilung, Planckscher Strahler, Zustandsänderungen in Quantensystemen.
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 2-stündige Klausur oder mündliche Prüfung von maximal 45 min. Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Skript im Internet, Tafel, Beamerpräsentationen, Vorlesungsexperimente.
Literatur	1. W. Demtröder: Experimentalphysik, Band 3: Atome, Moleküle,

	<p>Festkörper. Springer, Berlin, BIS</p> <ol style="list-style-type: none">2. St. J. Blundell, K. M. Blundell: Concepts in Thermal Physics, Oxford University Press, Oxford, BIS3. M. W. Zemansky, R. H. Dittman: Heat and Thermodynamics. McGraw-Hill, New York, BIS4. Van P. Carey: Statistical Thermodynamics and Microscale Thermophysics. Cambridge University Press, Cambridge (UK), BIS5. H. B. Callen: Thermodynamics. John Wiley, New York, BIS6. C. Kittel, H. Krömer: Physik der Wärme. Oldenbourg, München, BIS7. D. K. Kondepudi, I. Prigogine: Modern Thermodynamics. John Wiley, New York, BIS
--	--

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Experimentalphysik V: Festkörperphysik
Modulkürzel	phy050
Lehrveranstaltungen	Festkörperphysik, Vorlesung Festkörperphysik, Übung
Studiensemester	Wintersemester
Modulverantwortliche/r	apl. Prof. Dr. A. Kittel
Dozenten/innen	apl. Prof. Dr. A. Kittel, Prof. Dr. N. Nilius
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, 5. Semester ○ Master Engineering Physics, 1. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 96 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Experimentalphysik I-IV, Theoretische Physik I und II
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Phänomene der Festkörperphysik und ausgewählter Spezialgebiete (Halbleiterphysik, Photovoltaik, Tieftemperaturphysik, Supraleitung). Sie erlangen Fertigkeiten zur Anwendung grundlegender Methoden und Prinzipien der Beschreibung von Festkörperphänomenen (Symmetrien, reziproker Raum, Modenspektren, Bloch Gleichungen, Wechselwirkungen, Extrembetrachtungen wie starke und schwache Elektronenbindung, makroskopische Quantenphänomene, Beschreibung der Störung der periodischen Gitterstruktur). Sie erwerben Kompetenzen zur Erfassung der Funktion von technisch relevanten Bauteilen, zur vertiefenden Einarbeitung in weitergehende Bereiche und zur Entwicklung neuartiger Bauelemente aufgrund des erlernten Wissens. Außerdem erlangen sie Kompetenzen zur gesellschaftspolitischen Einordnung der Konsequenzen von physikalischer Forschung.
Inhalt	Kristallstrukturen und Symmetrien, Bravais-Gitter, Translations-symmetrie und reziprokes Gitter, Brillouin-Zone, Bindungstypen und -energien (kovalente, ionische, van der Waals, metallische und Wasserstoffbrücken-Bindung), Dynamik der Kristallgitter, Phononen, nichtlineare und anharmonische Effekte, spez. Wärme, Wärmeleitung und Umklapp-Prozesse, Elektronen in Festkörpern, quasifreies Elektronengas, Zustandsdichten und Fermi-niveau, Transportgleichung, Elektronen im periodischen Potential, Blochtheorem, Bänderschema, effektive Masse, Zustandsdichten und Besetzung, Metalle/Isolatoren, Grundlagen der Halbleiter, dielektrische Eigenschaften, komplexe Brechungsindices für Metalle und Isolatoren, 1-

	Oszillatormodell, Kramers-Kronig-Relation, lokales Feld, Meta-Materialien, Grundlagen der Supraleitung, magnetische Eigenschaften, Dia-, Para-, Ferromagnetismus, Austauschwechselwirkung, Spinwellen, Spingläser
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 2-stündige Klausur oder mündliche Prüfung von maximal 45 min. Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentationen
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Solid State Physics. Sounders College, Philadelphia, BIS 2. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik. Oldenbourg, München, BIS 3. S. Elliott: The Physics and Chemistry of Solids. John Wiley & Sons, West Sussex (UK), BIS 4. H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik. Springer, Berlin, BIS 5. Siegfried Hunklinger: Festkörperphysik, Oldenbourg, München, BIS 6. K. Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik. Teubner, Stuttgart, BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Einführung in die Theoretische Physik
Modulkürzel	phy110
Lehrveranstaltungen	Einführung in die Theoretische Physik, Vorlesung Einführung in die Theoretische Physik, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Engel
Dozenten/innen	Prof. Dr. A. Engel, Prof. Dr. A. Hartmann, Prof. Dr. M. Holthaus, Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, 2. Semester ○ Fach-Bachelor in Mathematik und Informatik, Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach, Zeitpunkt nach Maßgabe der Fächer
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 + 2 SWS (für Studierende mit Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach entfällt eine Ü)
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 112 Stunden Selbststudium: 248 Stunden (84 / 186 Stunden für Studierende mit Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach)
Kreditpunkte	12 (9 für Studierende mit Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach)
Voraussetzungen (Empfehl.)	Analysis I, Lineare Algebra
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Fertigkeiten zur Anwendung des für die theoretische Physik unverzichtbaren mathematischen Rüstzeugs. Sie vertiefen die in der Mathematikausbildung kennengelernten Lösungsmethoden für relevante mathematische Aufgabenstellungen und trainieren deren Anwendung auf Grundprobleme der theoretischen Mechanik und der Elektrodynamik. Breiten Raum nimmt die Einführung in die Nutzung eines Computeralgebrasystems zur Lösung mathematischer Probleme ein. Sie erlangen Kompetenzen zur selbständigen Lösung von Beispielproblemen unter Einsatz mathematischer Software (Maple).
Inhalt	Differentialrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher, Extremwerte, Extremwerte mit Nebenbedingungen, gewöhnliche Differentialgleichungen, Newtonsche Bewegungsgleichung, Erhaltungsgrößen, harmonische Schwingungen, Hauptachsentransformationen, Fourieranalyse, Variationsrechnung, elektro- und magnetostatische Felder, Integralsätze der Vektoranalysis, Potentialtheorie, lineare partielle Differentialgleichungen, Greensche Funktion.

Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 3-stündige Klausur. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentation der Beispielprogramme
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. S. Großmann: Mathematischer Einführungskurs für die Physik. Teubner, Stuttgart, BIS 2. J. Mathews, R. L. Walker: Mathematical methods of physics. Benjamin, Menlo Park (CA), BIS 3. T. Fließbach: Lehrbuch zur theoretischen Physik, Band 1: Mechanik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, BIS 4. T. Fließbach: Lehrbuch zur theoretischen Physik, Band 2: Elektrodynamik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, BIS 5. M. Kofler, G. Bitsch, M. Komma: Maple: Einführung, Anwendung, Referenz. Pearson Studium, München, BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Theoretische Physik I: Klassische Teilchen und Felder I
Modulkürzel	phy120
Lehrveranstaltungen	Klassische Teilchen und Felder I, Vorlesung Klassischer Teilchen und Felder I, Übung
Studiensemester	Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Holthaus
Dozenten/innen	Prof. Dr. A. Engel, Prof. Dr. A. Hartmann, Prof. Dr. M. Holthaus, Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen, PD S.-A. Biehs, apl. Prof. Dr. C. Lämmerzahl
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	o Fach-Bachelor in Physik, 3. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 186 Stunden
Kreditpunkte	9
Voraussetzungen (Empfehl.)	Analysis I und IIa, Lineare Algebra, Einführung in die Theoretische Physik
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundlegende Konzepte und Methoden der klassischen Mechanik und der klassischen Elektrodynamik. Sie erwerben Fertigkeiten zur selbständigen Lösung von Beispielproblemen sowie Kompetenzen zur Anwendung der theoretischen Konzepte auf typische Situationen, auch in experimentellen Bereichen.
Inhalt	Lagrangeformalismus der klassischen Mechanik, Hamiltonsches Prinzip, Hamiltonformalismus, Phasenraum, Liouvillescher Satz, Maxwell-Gleichungen im Vakuum, Energie und Impuls des elektromagnetischen Feldes, Eichinvarianz, elektromagnetische Wellen, spezielle Relativitätstheorie
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 3-stündige Klausur. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentation von Beispielprogrammen
Literatur	1. L. D. Landau, E. M. Lifshitz: Lehrbuch der theoretischen Physik, Harri Deutsch, Frankfurt. Band 1: Mechanik, BIS ; Band 2: Klassische Feldtheorie, BIS 2. H. Goldstein, C. P. Poole, J. L. Safko: Classical Mechanics. Addison Wesley, Reading (Mass.), BIS 3. Th. Fliessbach: Mechanik - Lehrbuch zur Theoretischen Physik

	<p>I. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, BIS</p> <p>4. F. Kuypers: Klassische Mechanik. Wiley-VCH, Weinheim, BIS</p> <p>5. D. Jackson: Classical Electrodynamics. John Wiley, New York, BIS</p> <p>6. D. J. Griffiths: Introduction to Electrodynamics. Prentice Hall, Upper Saddle River (NJ), BIS</p>
--	--

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Theoretische Physik II: Quantenmechanik
Modulkürzel	phy130
Lehrveranstaltungen	Quantenmechanik, Vorlesung Quantenmechanik, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen
Dozenten/innen	Prof. Dr. A. Engel, Prof. Dr. A. Hartmann, Prof. Dr. M. Holthaus, Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen, PD S.-A. Biehs, apl. Prof. Dr. C. Lämmerzahl
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	o Fach-Bachelor in Physik, 4. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 186 Stunden
Kreditpunkte	9
Voraussetzungen (Empfehl.)	Einführung in die Theoretische Physik, Klassische Teilchen und Felder I
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Konzepte und Methoden der nichtrelativistischen Quantenmechanik. Sie erlangen Fertigkeiten zur Anwendung dieser Kenntnisse auf fundamentale Beispiele wie Zustände in Potentialtöpfen, den harmonischen Oszillator, Zentralfeldprobleme und periodische Potentiale. Sie erwerben Kompetenzen zur selbstständigen Bearbeitung quantenmechanischer Probleme, zur Präsentation der Lösungswege, zum Erkennen von Zusammenhängen zwischen Mechanik und Quantenmechanik sowie zur Interpretation des abstrakten mathematischen Formalismus.
Inhalt	Schrödingergleichung, Unschärferelation, Messprozess, Darstellungstheorie, Drehimpulse, Spin, Wasserstoffatom, Systeme identischer Teilchen, Störungstheorie
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 3-stündige Klausur. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentation von Beispielprogrammen
Literatur	1. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë: Quantenmechanik. De Gruyter, Berlin, BIS 2. F. Schwabl: Quantenmechanik: eine Einführung. Springer, Berlin, BIS 3. B. H. Bransden, C. J. Joachain: Quantum mechanics. Prentice

	<p>Hall, Harlow, BIS</p> <p>4. D. J. Griffiths: Introduction to Quantum Mechanics Prentice Hall, New Jersey, BIS</p>
--	--

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Theoretische Physik III: Thermodynamik/Statistik
Modulkürzel	phy140
Lehrveranstaltungen	Thermodynamik und Statistik, Vorlesung Thermodynamik und Statistik, Übung
Studiensemester	Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Engel
Dozenten/innen	Prof. Dr. A. Engel, Prof. Dr. A. Hartmann, Prof. Dr. M. Holthaus, Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen, PD S.-A. Biehs, apl. Prof. Dr. C. Lämmerzahl
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	o Fach-Bachelor in Physik, 5. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 186 Stunden
Kreditpunkte	9
Voraussetzungen (Empfehl.)	Einführung in die Theoretische Physik, Klassische Teilchen und Felder I, Quantenmechanik
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundlegende Konzepte der Thermodynamik, zur theoretischen Beschreibung makroskopischer Systeme, zur mikroskopischen Theorie idealer und wechselwirkender Systeme und zur statistischen Begründung thermodynamischer Relationen. Sie erlangen Fertigkeiten zur Anwendung von Methoden der Thermodynamik und statistischen Physik des Gleichgewichts auf die Analyse physikalischer Systeme. Sie erwerben Kompetenzen zum vertieften Verständnis des Zusammenhangs zwischen statistischer und thermodynamischer Analyse und zum Erkennen von Mechanismen kollektiver Phänomene.
Inhalt	Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentiale, Phasenübergänge, Gesamtheiten der Gleichgewichtsstatistik, klassische ideale und reale Gase, Magnetika, ideale Quantengase, Nichtgleichgewichtsprozesse
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, mündliche Prüfung von maximal 60 min. Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentation von Beispielprogrammen
Literatur	1. T. Fließbach: Lehrbuch zur theoretischen Physik, Band 4: Statistische Physik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, BIS

- | | |
|--|--|
| | <ol style="list-style-type: none">2. H. B. Callen: Thermodynamics: an introduction to the physical theories of equilibrium thermostatics and irreversible thermodynamics. John Wiley, New York, BIS3. L. D. Landau, E. M. Lifshitz: Lehrbuch der theoretischen Physik, Harri Deutsch, Frankfurt, Band 1: Mechanik BIS; Band 2: Klassische Feldtheorie BIS4. K. Huang: Statistical mechanics. John Wiley, New York, BIS5. R. K. Pathria: Statistical mechanics. Butterworth-Heinemann, Oxford, BIS |
|--|--|

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Grundpraktikum Physik
Modulkürzel	phy011
Lehrveranstaltungen	Praktikum Begleitseminar
Studiensemester	Wintersemester und Sommersemester
Modulverantwortliche/r	PD Dr. M. Krüger
Dozenten/innen	PD Dr. M. Krüger, Doktoranden/innen, Mitarbeiter/innen
Sprache	Deutsch (Englisch für Bachelor Engineering Physics)
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor Physik, 1. und 2. Semester ○ Zwei-Fächer-Bachelor Physik, 3. und 4. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 1. und optional 2. Semester ○ Fach-Bachelor in Mathematik und Informatik, Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach, Zeitpunkt nach Maßgabe der Fächer
Lehrform / SWS	PR: 4 SWS, SE: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 168 Stunden Selbststudium: 192 Stunden (168 / 102 Stunden bei Vergabe von 9 Kreditpunkten)
Kreditpunkte	12 (9 für Studierende im Studiengang Zwei-Fächer-Bachelor Physik und für Studierende mit Physik als Neben- bzw. Anwendungsfach bei reduziertem Umfang, 5 für Studierende im Studiengang Bachelor Engineering Physics, nur 1. Semester)
Voraussetzungen (Empfehl.)	Paralleler oder vorangegangener Besuch der Module Experimentalphysik I/II
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden lernen die Grundlagen physikalischen Experimentierens, den Umgang mit moderner Messtechnik sowie Grundlagen der Datenerfassung und -analyse durch Anwendung geeigneter Hard- und Software. Sie vertiefen Vorlesungsstoff durch eigenes Experimentieren. Sie erwerben die Fertigkeiten zur selbstständigen Planung, Durchführung, Auswertung, Analyse und Protokollierung physikalischer Experimente sowie zur Präsentation der Ergebnisse unter Verwendung multimedialer Werkzeuge. Durch Arbeit in Gruppen erwerben sie Kompetenzen in den Bereichen Teamfähigkeit und Kommunikation. Im Begleitseminar erwerben sie neben erweiterten Kenntnissen zum Experimentieren durch Einordnung der gesellschaftlichen Konsequenzen physikalischer Forschungsergebnisse Kompetenzen auf dem Gebiet des verantwortlichen wissenschaftlichen Handelns und Engagements.
Inhalt	Einführung in Soft- und Hardware zur technisch-wissenschaftlichen Datenverarbeitung und -erfassung; Umgang mit moderner Mess-

	<p>technik; Analyse und Bewertung von Messunsicherheiten; Anpassung von Funktionen an Messdaten; Durchführung von Versuchen aus den Gebieten Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik, Kernstrahlung, Elektronik, Signalerfassung und -verarbeitung.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Semesterbegleitende fachpraktische Übungen in Form von erfolgreicher Durchführung und Protokollierung der Versuche und Darstellung der Ergebnisse in Vorträgen.</p>
Medienformen	<p>Praktikumsanleitungen in gedruckter Form und im Internet, Tafel, Beamerpräsentationen.</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abhängig vom jeweiligen Versuchsinhalt; angegeben in den Praktikumsunterlagen, siehe http://www.uni-oldenburg.de/physik/lehre/praktika/gpr/ 2. Allgemeine Literatur zum Grundpraktikum Physik siehe http://www.uni-oldenburg.de/physik/lehre/praktika/literatur/

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Numerische Methoden der Physik
Modulkürzel	phy150
Lehrveranstaltungen	Numerische Methoden der Physik, Vorlesung Numerische Methoden der Physik, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. V. Hohmann
Dozenten/innen	Prof. Dr. V. Hohmann, Prof. Dr. A. Hartmann
Sprache	Deutsch (Englisch: Übungsgruppen für Engineering Physics)
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor Physik, 4. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. Semester ○ Master Hörtechnik und Audiologie, 1. oder 2. Semester
Lehrform / SWS	VL: 2 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Basismodule der entsprechenden Studiengänge
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erlangen theoretische Kenntnisse der grundlegenden numerischen Methoden sowie praktische Fertigkeiten zur Anwendung dieser theoretischen Kenntnisse zur Modellierung und Simulation physikalischer Phänomene auf dem Computer. Die Programmierübungen in Kleingruppen fördern Kommunikations- und Teamfähigkeit. Die theoretischen Kenntnisse und praktischen Fertigkeiten bieten die Kompetenzgrundlage zur Lösung numerischer Probleme in allen Bereichen der experimentellen, theoretischen und angewandten Physik.
Inhalt	Endliche Zahlendarstellung und numerische Fehler, grundlegende numerische Methoden (Differentiation und Integration, lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, Funktionenminimierung, Modellierung von Messdaten, diskrete Fouriertransformation, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, sowie weitere grundlegende Methoden). In der Übung werden die in der Vorlesung erlernten numerischen Methoden teilweise selbst implementiert (programmiert) und auf physikalische Problemstellungen aus Mechanik, Elektrodynamik etc. angewandt. Dazu werden C und Matlab als Programmierumgebung verwendet. Die Probleme sind in vielen Fällen so gewählt, dass für bestimmte Grenzfälle analytische Lösungen existieren, so dass die Qualität der numerischen Methoden anhand eines Vergleichs von numerischen und analytischen Lösungen beurteilt werden kann.
Studien-/Prüfungsleistungen	Semesterbegleitende fachpraktische Übungen in Form von erfolg-

	reicher Bearbeitung wöchentlicher Übungsaufgaben (Programmierübungen).
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentation der Beispielprogramme, Ausgabe von Referenz-Programmen für die Übungen
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. V. Hohmann: Computerphysik: Numerische Methoden (Skript). Universität Oldenburg, http://medi.uni-oldenburg.de/16750.html 2. W. H. Press et al.: Numerical Recipes in C - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, Cambridge, BIS 3. A. L. Garcia: Numerical Methods for Physics. Prentice Hall, Englewood Cliffs (NJ), BIS 4. J. H. Mathews: Numerical Methods for Mathematics, Science and Engineering. Prentice Hall, Englewood Cliffs (NJ), BIS 5. B.W. Kernighan und D. Ritchie: The C Programming Language. Prentice Hall International, Englewood Cliffs (NJ), BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Praxismodul
Modulkürzel	prx108
Lehrveranstaltungen	Fortgeschrittenenpraktikum Physik inkl. Begleitseminar (9 KP) Signalverarbeitung (3 KP), Vorlesung mit Übung Physikalische Messtechnik (3 KP), Seminar
Studiensemester	Wintersemester (PR), Sommersemester (VL / Ü, SE)
Modulverantwortliche/r	PD Dr. M. Krüger
Dozenten/innen	PD Dr. M. Krüger, Prof. Dr. Dr. B. Kollmeier, Jun.-Prof. Dr. T. Jürgens
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor Physik, 4. - 5. Semester ○ Master of Education, Ausrichtung Gymnasium (nur Praktikum)
Lehrform / SWS	PR: 10 SWS (davon 2 SWS Begleitseminar), VL / Ü: 3 SWS, SE: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 210 Stunden Selbststudium: 240 Stunden
Kreditpunkte	15
Voraussetzungen (Empfehl.)	Experimentalphysik I-IV, Analysis I und IIa, Lineare Algebra, Einführung in die theoretische Physik, Theoretische Physik I, Grundpraktikum Physik
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>Fortgeschrittenenpraktikum:</i> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur selbstständigen Konzipierung, Durchführung, Analyse und Protokollierung anspruchsvoller physikalischer Experimente und vertiefen Erfahrungen mit modernen Mess- und Auswerteverfahren der Experimentalphysik. Im Begleitseminar vertiefen sie ihre Kenntnisse und Fähigkeiten zur Präsentation der Ergebnisse unter Verwendung multimedialer Werkzeuge und erwerben durch Einordnung der gesellschaftlichen Konsequenzen physikalischer Forschungsergebnisse Kompetenzen auf dem Gebiet des verantwortlichen wissenschaftlichen Handelns und Engagements. Durch Gruppenarbeit erweitern sie ihre Kompetenzen in den Bereichen Teamfähigkeit und Kommunikation.</p> <p><i>SE Physikalische Messtechnik und VL Signalverarbeitung:</i> Den Studierenden werden grundlegende Prinzipien der Messtechnik und Signalverarbeitung sowie der Anwendung komplexer Messverfahren zur Extraktion der Messinformation vermittelt. Sie erlangen Fertigkeiten zur Durchführung fortgeschrittener Praktika und experimenteller Arbeiten in Forschungslabors. Sie entwickeln die Kompetenz zum analytischen Denken bei der Bewertung von Messsituationen, die sie zur Lösung von Messproblemen befähigen, wie sie in unterschiedlichen Branchen der Industrie anzutreffen.</p>

	fen sind (z.B. Automobil- und Halbleiterindustrie; analytische, pharmazeutische und medizinische Industrie).
Inhalt	<p><i>Fortgeschrittenenpraktikum:</i> Durchführung physikalischer Experimente, überwiegend mit Bezug zu den experimentellen Forschungsschwerpunkten des Instituts. Die Experimente finden vorwiegend in den Arbeitsgruppen des Instituts statt, im Einzelfall bei deren außeruniversitären Partnern. Im begleitenden Seminar werden die Ergebnisse der Experimente in Vorträgen vorgestellt und anschließend diskutiert.</p> <p><i>SE Physikalische Messtechnik:</i> Sensoren zur Messung unterschiedlicher physikalischer Größen (z.B. Kraft, Temperatur, Ladung, elektrische und magnetische Felder, Energien von Teilchen und Strahlung), hoch aufgelöste Messungen kleiner Signale, Einfluss von Störsignalen, Linearisierung und Reduktion von Störgrößen durch Kompensationsmethoden, Rauschreduktion, phasensensitiver Detektor (Lock-In), Komplexe Messsysteme wie z.B. Kernresonanz, Elektronenresonanz, Laser-messtechnik (u.a. Pump/Probe-Systeme), räumlich aufgelöste Messmethoden wie z.B. Kernspintomographie, Elektronen- und Rastersondenmikroskopie.</p> <p><i>VL Signalverarbeitung:</i> Charakterisierung und Bearbeitung von Messsignalen (lineare Signalanalyse, Filterung), Charakterisierung und Beseitigung von Störeinflüssen (empirische Statistik, Rauschen in physikalischen Systemen, Korrelationsanalyse, phasensensitiver Verstärker, Methoden der Mittelung), Signaldigitalisierung, digitale Signalverarbeitung (u.a. zeitvariante Filterung, komplexe Verarbeitungsalgorithmen)</p>
Studien-/Prüfungsleistungen	<p><i>Fortgeschrittenenpraktikum:</i> Semesterbegleitende fachpraktische Übungen in Form von erfolgreicher Durchführung und Protokollierung der Versuche und Darstellung und Diskussion der Ergebnisse in Seminarvorträgen.</p> <p><i>Vorlesung:</i> Übungen, 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung von maximal 30 min. Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier.</p> <p><i>Seminar:</i> Referat.</p>
Medienformen	Praktikumsanleitungen im Intranet, Tafel, Beamerpräsentationen.
Literatur	<p><i>Fortgeschrittenenpraktikum:</i> 1. Abhängig vom jeweiligen Versuchsinhalt; angegeben in den Praktikumsunterlagen, siehe http://www.uni-oldenburg.de/physik/lehre/praktika/fpr/fpr-b/</p> <p><i>SE Physikalische Messtechnik:</i> 2. Elmar Schrüfer: Elektrische Meßtechnik: Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen. Hanser Fachbuchverlag, BIS 3. H.-R. Tränkler, E. Obermeier: Sensortechnik. Springer, Berlin, BIS 4. J. Niebuhr, G. Lindner: Physikalische Messtechnik mit Sensoren.</p>

Oldenbourg, München, [BIS](#)

5. J. F. Keithley [Ed.]: Low /Level Measurements Handbook.
Keithley Instruments Inc., [BIS](#)

VL Signalverarbeitung:

6. K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filte-
rung und Spektralanalyse mit MATLAB-Übungen. Teubner,
Stuttgart, [BIS](#)
7. J.-R. Ohm, H. D. Lüke: Signalübertragung. Springer, Berlin, [BIS](#)
8. B. Kollmeier: Skript zur Signalverarbeitung und Messtechnik:
<http://medi.uni-oldenburg.de/16750.html>

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Angewandte und medizinische Akustik
Modulkürzel	pb171
Lehrveranstaltungen	Angewandte und medizinische Akustik, Vorlesung Angewandte und medizinische Akustik, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. S. van de Par
Dozenten/innen	Prof. Dr. S. van de Par , Prof. Dr. Dr. B. Kollmeier, Dr. R. Weber, Prof. M. Blau (FH OOW)
Sprache	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. / 5. Semester ○ Master Engineering Physics, 1. – 3. Semester
Lehrform / SWS	VL: 2 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Kompletter Physikkurs der ersten 5 Semester; zusätzlich empfohlen: Praktikumsversuche aus dem Fortgeschrittenen- und /oder Blockpraktikum aus den Gebieten Akustik und/ oder medizinische Physik und/ oder Signalverarbeitung
Angestrebte Lernergebnisse	Einführung in die angewandte Akustik und Messtechnik einschließlich Anwendungen in der Medizin. Das Modul ist in zwei Abschnitte aufgeteilt. Nach Abschluss des Moduls im ersten Abschnitt haben die Studierenden die Kompetenz, eine experimentelle Bachelorarbeit auf dem Gebiet der Akustik oder der Signalverarbeitung anzufertigen, nach Abschluss des gesamten Moduls kann eine Bachelorarbeit in medizinischer Akustik angefertigt werden. Darüber hinaus erlangen sie Kompetenzen zur gesellschaftspolitischen Einordnung der Konsequenzen von physikalischer Forschung.
Inhalt	<p><i>Angewandte Akustik</i> (3 KP): Physikalische Grundlagen der Akustik, Schwingungen und Wellen, Erzeugung, Abstrahlung und Ausbreitung von Schall, akustische Messtechnik, Schalldämmung und -dämpfung, Raum- und Bauakustik, Elektroakustik/ Wandler</p> <p><i>Medizinische Akustik</i> (3 KP): Signalanalyse, Bewertung von Schall, Akustik von Stimme und Sprache, Sprachpathologie, Stoßwellen, Photoakustischer Effekt; ausgesuchte Kapitel der medizinische Akustik, Vibrationen und des Ultraschalls</p>

Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, mündliche Prüfung von maximal 45 min. Dauer oder Seminarvortrag. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamer, Kopien, Skripte, Lernplattform 'Physik Multimedial', Akustik- und Signal-Labor samt Schallmessraum, Messgeräten, Wandler, Prozessrechner
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. B. Kollmeier: Skriptum Physikalische, technische und medizinische Akustik. Universität Oldenburg, http://medi.uni-oldenburg.de/16750.html. 2. G. Müller, M. Möser (Eds.): Taschenbuch der technischen Akustik. Springer, Berlin, BIS 3. H. Kuttruff: Akustik: eine Einführung. Hirzel, Stuttgart, BIS 4. D. R. Raichel: The science and applications of acoustics. Springer, Berlin, BIS 5. A. D. Pierce: Acoustics: an introduction to its physical principles and applications. Acoustical Society of America, Melville (NY), BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Ausgewählte Aspekte der modernen Physik
Modulkürzel	pb241
Lehrveranstaltungen	Abhängig von den behandelten Themen
Studiensemester	Sommersemester und Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Poppe
Dozenten/innen	Lehrende der Physik
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. / 5. Semester
Lehrform / SWS	1 VL oder 2 VL oder 1 VL+ 1Projekt / Seminar
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Kenntnisse in ausgewählten Bereichen der Physik erlangen. Sie erlangen Fertigkeiten im Transfer und der Anwendung bisher erlernter Konzepte der Experimentalphysik und der theoretischen Physik auf die komplexen Anforderungen ausgewählter Bereiche. Sie erwerben Kompetenzen zum Erkennen vieler neuer Zusammenhänge und des generellen Transfers von physikalischen Ansätzen in unterschiedliche Gebiete der modernen Physik.
Inhalt	Die Inhalte der Vorlesungen /Seminare / Projekte orientieren sich an aktuellen Entwicklungen der modernen Physik. Sie werden jeweils vor Semesterbeginn festgelegt und zusammen mit dem Lehrangebot des Instituts bekannt gegeben.
Studien-/Prüfungsleistungen	1 Klausur von max. 60 min Dauer oder 1 mündliche Prüfung von max. 45 min Dauer oder 1 Referat von max. 45 min Dauer. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Medienformen	Tafel, Folien, Beamer, Kopien, Skripte
Literatur	Abhängig von den jeweiligen Veranstaltungen. Eine Literaturliste wird zusammen mit dem Lehrangebot des Instituts bekannt gegeben.

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Biomedizinische Physik und Neurophysik
Modulkürzel	pb174
Lehrveranstaltungen	Einführung in die Biomedizinische Physik und Neurophysik, Vorlesung Einführung in die Biomedizinische Physik und Neurophysik, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dr. B. Kollmeier
Dozenten/innen	Prof. Dr. Dr. B. Kollmeier, Prof. Dr. B. Poppe, Dr. S. Uppenkamp, Dr. T. Brand
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. / 5. Semester ○ Master Engineering Physics, 1. – 3. Semester
Lehrform / SWS	VL: 3 SWS, Ü: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Anorganische und organische Chemie, Biologie (jeweils Abitur-Niveau), Physik (B.Sc.-Niveau); zusätzlich empfohlen: Praktikumsversuche aus dem Fortgeschrittenen- und /oder Blockpraktikum aus den Gebieten Akustik und/ oder medizinische Physik und/ oder Signalverarbeitung
Angestrebte Lernergebnisse	Vermittlung von Grundlagen der Medizin für Naturwissenschaftler, Grundlagen der Tätigkeit von Physikern in der Medizin, Einblick in aktuelle Forschungsthemen der Medizinischen Physik. Nach Abschluss des Moduls im ersten Abschnitt haben die Studierenden die Kompetenz, eine experimentelle Bachelorarbeit auf dem Gebiet der medizinischen Physik anzufertigen
Inhalt	<i>Medizinische Grundlagen:</i> Anatomie und Physiologie des Menschen, Sinnes- und Neurophysiologie, Psychophysik, Pathophysiologie ausgesuchter Organsysteme, Pathologie ausgesuchter Krankheiten <i>Physik in der Bio-Medizin:</i> Methoden der Biophysik und Neurophysik, Röntgendiagnostik, Strahlentherapie, Nuklearmedizin, Tomographie, medizinische Akustik/Ultraschall, medizinische Optik und Laseranwendungen, Audiologie, Ausgesuchte Kapitel der biomedizinischen Physik
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, mündliche Prüfung von maximal 45 min. Dauer oder Seminarvortrag. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .

Medienformen	Tafel, Folien, Beamer, Kopien, Skripte
Literatur	<ol style="list-style-type: none">1. R. Klinke, S. Silbernagl, C. Bauer: Lehrbuch der Physiologie. Thieme, Stuttgart, BIS2. S. Silbernagl, F. Lang: Taschenatlas der Pathophysiologie. Thieme, Stuttgart, BIS3. J. Richter, K. Baier: Strahlenphysik für die Radioonkologie. Thieme, Stuttgart, BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Einführung in die Kern- und Teilchenphysik
Modulkürzel	pb260
Lehrveranstaltungen	Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Poppe
Dozenten/innen	Prof. Dr. B. Poppe, Dr. H.K. Looe, Dr. N. Chofor
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester ○ Fach-Bachelor Engineering Physics, Wahl 3.- 6. Semester ○ Master Engineering Physics, 2. Semester
Lehrform / SWS	VL: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
Kreditpunkte	3
Voraussetzungen (Empfehl.)	Experimentalphysik I-V, Theoretische Physik I-III
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Prinzipien und messtechnischen Methoden der Kern- und Elementarteilchenphysik sowie der dazugehörigen theoretischen Modelle (Feldtheorien). Sie erlangen Fertigkeiten zur Analyse kern- und teilchenphysikalischer Probleme, zur Einordnung neuer Experimente und Publikationen sowie zur selbständigen Beurteilung neuerer Entwicklungen. Sie erwerben Kompetenzen zur fundierten Einordnung der neuen Entwicklungen im Bereich der Kern- und Elementarteilchenphysik sowie zur Vernetzung mit den Kenntnissen aus den bisherigen Vorlesungen zur Experimental- und theoretischen Physik. Außerdem erlangen sie Kompetenzen zur gesellschaftspolitischen Einordnung der Konsequenzen von physikalischer Forschung.
Inhalt	Phänomenologie der Kerne und Kernmodelle, Kernstrahlung, Teilchendetektoren, Beschleunigungsprinzipien, Teilchenzoo, Standardmodell der Elementarteilchenphysik, Einführung in die Physik jenseits des Standardmodells (GUT und Superstringtheorien). Studierende, die einen tiefergehenden Einblick in die Materie erwerben möchten, wird zusätzlich der Besuch der Vorlesung "Einführung in die Astrophysik" empfohlen. Aufgrund der hohen Dynamik der Forschungsergebnisse in beiden Bereichen wird in der Vorlesung mehrfach ein Überblick über neuere Publikationen gegeben.
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur von max. 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von max. 45 Minuten Dauer.

Medienformen	Beamerpräsentation, historische Originalpublikationen, Audio-Files und kurze Filme.
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jörn Bleck-Neuhaus, Elementare Teilchen, Springer Verlag, BIS 2. Wolfgang Demtröder, Experimentalphysik IV, Kern-, Teilchen und Astrophysik, Springer Verlag, BIS 3. Das & Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics World, Scientific, BIS 4. Historisch wichtige Original-Publikationen 5. Ggf. aktuelle Publikationen aus dem Physik Journal, Physics Today etc.

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Einführung in die Kosmologie
Modulkürzel	pb173
Lehrveranstaltungen	Einführung in die Kosmologie, Vorlesung
Studiensemester	Sommersemester, alle zwei Jahre
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen
Dozenten/innen	Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	o Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6.Semester
Lehrform / SWS	VL: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
Kreditpunkte	3
Voraussetzungen (Empfehl.)	Einführung in die Theoretische Physik, Teilchen und Felder I
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Konzepte der modernen Kosmologie. Sie erlangen Fertigkeiten zur Formulierung eines konsistenten Modells der Evolution des Universums auf Basis verschiedenster Beobachtungsdaten und zum tiefen Verständnis geplanter und bereits durchgeführter Missionen von Weltraumsonden. Sie erwerben Kompetenzen zum Erkennen vieler neuer Zusammenhänge zwischen zuvor scheinbar disjunkten Gebieten der Physik und sind in der Lage, mit neuesten Ergebnissen auf einem sich schnell entwickelnden Gebiet umzugehen.
Inhalt	Übersicht über den aktuellen Stand der kosmologischen Beobachtungen, Newtonsche Gravitation, Geometrie des Universums, Friedmann-Lemaitre Lösungen, Kosmische Hintergrundstrahlung, Nukleosynthese, Baryonenasymmetrie, Inflationäres Universum, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Strukturbildung im Universum, Zukunft des Universums.
Studien-/Prüfungsleistungen	90-minütige Klausur.
Medienformen	Tafel, Folien, Beamer
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. A. R. Liddle: An introduction to modern cosmology. John Wiley, Hoboken (NJ), BIS 2. H. Goenner: Einführung in die Kosmologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, BIS 3. S. Weinberg: Cosmology Oxford University Press BIS 4. E. W. Kolb, M. S. Turner: The early universe. Addison-Wesley, Redwood City (CA), BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Einführung in die Photonik
Modulkürzel	pb259
Lehrveranstaltungen	Einführung in die Photonik
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Lienau
Dozenten/innen	Prof. Dr. Christoph Lienau, PD. Dr. P. Groß
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. / 5. Semester ○ Master Engineering Physics, 1. – 3. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Experimentalphysik I bis V
Angestrebte Lernergebnisse	Vermittlung von vertieften Kenntnissen im Bereich der Photonik und Vorbereitung auf eine Bachelor-Arbeit in diesem Gebiet. Erwerb von Fertigkeiten zur selbständigen Vertiefung von Wissen im Bereich Photonik sowie zur Konzeption fortgeschrittener Experimente zur Klärung physikalischer Fragestellungen. Erwerb von Kompetenzen zur wissenschaftlichen Analyse komplexer Sachverhalte und zur selbständigen Einordnung neuer Forschungsergebnisse sowie zur gesellschaftspolitischen Einordnung der Konsequenzen von physikalischer Forschung.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> ○ Licht und Materie (Grundlagen der Elektrodynamik, Maxwell Gleichungen, Materie Gleichungen) ○ Fourier Repräsentationen (Summen & Integrale, Lineare Systeme, Faltung) ○ Optische Medien (Dispersion, Absorption, Pulspropagation, Dispersive Beiträge) ○ Ebene Wellen an Grenzflächen (Fresnelgleichungen, Reflexion, Brechung, Evaneszente Wellen) ○ Spiegel und Strahlteiler (Matrixformalismus, Strahlteiler, Resonatoren, Interferometer) ○ Geometrische Optik (paraxiale Strahlenoptik, ABCD Matrizen, Resonatortypen, Abbildungssysteme) ○ Wellenoptik (paraxiale Wellenoptik, Gauß'sche Strahlen, Skalare Beugungstheorie, Fresnel- und Fraunhofer Beugung) ○ Kohärenz (Korrelationsfunktion, Kohärenzinterferometrie) ○ Photonenoptik (Eigenschaften einzelner Photonen, Statistik von

	<p>Photonenflüssen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Polarisationsoptik (Polarisationszustände, Jones und Stokes Formalismus, anisotrope Materialien) ○ Fourier Optik (Holographie, Bildverarbeitung im reziproken Raum, Tomographie) ○ Photonische Kristalle (Schichtmedien, 2- und 3-dimensionale Kristalle, Blochmoden, Dispersion) ○ Wellenleiteroptik (Moden, Dispersionsrelation, Feldverteilungen) ○ Faseroptik (Stufen und Gradientenindexfasern, Dispersion und Dämpfung)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur von max. 120 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von max. 30 Minuten Dauer.
Medienformen	Tafelanschrieb, Overheadfolien zur Illustrativen Ergänzung
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. B. E. A. Saleh, M. C. Teich: Grundlagen der Photonik. Wiley-VCH, Weinheim, BIS 2. R. Menzel: Photonics. Springer, Berlin, BIS 3. D. Meschede: Optics, Light and Lasers. Wiley-VCH, Weinheim, BIS 4. G. A. Reider: Photonik. Springer, Berlin, BIS 5. H. Fouckhardt: Photonik. Teubner, Stuttgart, BIS

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Einführung in die Sprachverarbeitung
Modulkürzel	pb185
Lehrveranstaltungen	Einführung in die Sprachverarbeitung, Vorlesung Einführung in die Sprachverarbeitung, Übung
Studiensemester	Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. S. Doclo
Dozenten/innen	Prof. Dr. S. Doclo, Prof. Dr. Dr. B. Kollmeier, Dr. J. Anemüller, Dr. T. Brand
Sprache	Englisch und/oder Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. / 5. Semester ○ Master Hörtechnik und Audiologie, 1. oder 2. Semester (Teil vom Modul „Akustik und Signalverarbeitung“)
Lehrform / SWS	VL: 3 SWS, Ü: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Kenntnisse der Inhalte aus der Veranstaltung Messtechnik.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die theoretischen Grundlagen und praktischen Anwendungen moderner Sprachtechnologie. Nach Abschluss des Moduls können sie die Prinzipien der Spracherzeugung und -analyse erklären, und kennen die mathematischen und informationstheoretischen Grundlagen der Sprachsignalverarbeitung. Darüber hinaus haben sie die Fertigkeit erlangt, die gelernten Methoden zur Erklärung der Funktionsweise praktischer Sprachverarbeitungssysteme einzusetzen.
Inhalt	Sprachproduktion und -perzeption, Sprachanalyse, Sprachsignalverarbeitung (STFT, LPC, Cepstrum, Sprachverbesserung), Sprachcodierung, Sprachsynthese, automatische Spracherkennung, Sprachverständlichkeit, ausgewählte Kapitel der physikalischen Sprachforschung und der Informationstheorie
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 2-stündige Klausur oder mündliche Prüfung von max. 45 Minuten Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamer, Kopien, Skripte
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. R. Schroeder: Computer Speech, Springer, Berlin, BIS 2. J. R. Deller, J. H. L. Hansen, J. G. Proakis: Discrete-Time Processing of Speech Signals, Wiley-IEEE Press, BIS.

- | | |
|--|--|
| | <ol style="list-style-type: none">3. P. Vary, R. Martin: Digital Speech Transmission, Enhancement, Coding and Error Concealment, Wiley, BIS4. J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang (Eds.): Handbook of Speech Processing, Springer, BIS |
|--|--|

Studiengang	Fach-Bachelor Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Programmierkurs C/C++
Modulkürzel	pb262
Lehrveranstaltungen	Programmierkurs C/C++, Vorlesung Programmierkurs C/C++, Übung
Studiensemester	Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Dr. Stefan Harfst
Dozenten/innen	Dr. Stefan Harfst
Sprache	Englisch
Zuordnung zum Curriculum	o Fach-Bachelor Physik, Wahl, 3. - 6. Semester
Lehrform / SWS	VL: 2 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Lineare Algebra, Analysis I
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> o Erlernen der Programmiersprache C/C++ und von grundlegenden Programmierkonzepten o Finden und Beheben von Programmierfehlern o Programmentwicklung und Organisation von komplexen Projekten o Arbeiten mit Bibliotheken o Selbständige Analyse von naturwissenschaftlichen Fragestellungen und deren Umsetzung in C++
Inhalt	Linux Grundlagen, Programmiersprache C/C++ (u.a. Datentypen, Schleifen, Funktionen, Klassen, Templates), Compiler (Funktion, Abläufe), OpenSource Tools (u.a. Make, gnuplot), Implementierung von numerischen Algorithmen als Anwendungsbeispiele.
Studien-/Prüfungsleistungen	Semesterbegleitende fachpraktische Übungen in Form von erfolgreicher Bearbeitung wöchentlicher Übungsaufgaben (Programmierübungen).
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentation
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Breymann, Ulrich: C++ : Einführung und professionelle Programmierung, Carl Hanser Verlag, 2007 2. Wolf, Jürgen: Grundkurs C++, Galileo Computing, 2013 3. Press, William H.: Numerical recipes : the art of scientific computing, Cambridge Univ. Press, 2007

Studiengang	Fach-Bachelor Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Projektpraktikum
Modulkürzel	pb224
Lehrveranstaltungen	Praktikum
Studiensemester	Winter- oder Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Peinke
Dozenten/innen	Lehrende der Lehrereinheit Physik
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	○ Fach-Bachelor Physik, Wahl, 3. - 6. Semester
Lehrform / SWS	PR: 4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Experimentalphysik I und II, Einführung in die theoretische Physik, Grundpraktikum Physik
Angestrebte Lernergebnisse	Einblicke in die Forschungsinhalte und Methoden der experimentellen, angewandten oder theoretischen Physik anhand ausgewählter Forschungsprobleme aus den Arbeitsgruppen des Instituts für Physik, Methoden-Kompetenz der erlernten Forschungsmethoden.
Inhalt	Zu ausgewählten, für das 3. Physik-Semester geeigneten Themen werden von den beteiligten Arbeitsgruppen kleinere Projekte angeboten und anhand von Projektgruppen-Betreuung begleitet, die in den Arbeitsgruppen von einer überschaubaren Gruppe von Studierenden durchgeführt werden. Die Projektergebnisse werden am Ende des Semesters den anderen Studierenden und Betreuenden anhand einer Posterpräsentation vorgestellt.
Studien-/Prüfungsleistungen	Semesterbegleitende fachpraktische Übungen in Form von erfolgreicher Durchführung und Protokollierung von Projekten und Abschluss-Präsentation.
Medienformen	Projektunterlagen und Literaturhinweise im Internet.
Literatur	○ Abhängig vom jeweiligen Projekt; angegeben in den Projektunterlagen.

Studiengang	Fach-Bachelor Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Renewable Energies I
Modulkürzel	pb225
Lehrveranstaltungen	Introduction to Renewable Energies <i>und</i> Wind Energy Utilization <i>oder</i> Photovoltaics
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Kühn
Dozenten/innen	Prof. Dr. M. Kühn, Dr. D. Heinemann, Dr. M. Knipper, Dr. M. Richter
Sprache	Englisch
Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester ○ Bachelor Engineering Physics, 4. / 5. Semester
Lehrform / SWS	VL: 4 SWS, Ü: 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	
Angestrebte Lernergebnisse	Introduction to physical principles and application of renewable energies, with special emphasis on energy conversion, utilization and planning. The student will be able to understand the fundamental principles of renewable energy technologies. In either the field of wind energy or photovoltaics the student will be able to determine the natural resources, to analyse the physical principles and to design a basic energy converter/power plant. In addition, the student will be able to assess the economics and ecological effects.
Inhalt	<p><i>Introduction to Renewable Energies:</i> Energy supply and demand; energy use & climate change, energy resources; renewable energy sources (resources, technology & application): photovoltaics, solar thermal systems and power plants, wind power, hydropower, geothermal energy, biomass; hydrogen technology and fuel cells; energy storage; sustainable energy supply.</p> <p><i>Wind Energy Utilization:</i> history and prospects, wind resources, typology and function of wind energy converters, aerodynamic design, basic characteristics and power control, mechanical and electrical design of wind turbines for grid connection or stand-alone, loads and dynamics, wind farms, offshore wind power, economics, ecological and political aspects.</p>

	<p><i>Photovoltaics:</i> Introduction to solar cells, properties of sunlight, p-n junction physics, operation of solar cells, cell characterization (I-V curve under dark and illumination, conditions, cell efficiency, fill factor, short-circuit current, open-circuit voltage), PV technologies (single crystalline Si cells, micro-, poly-, and multi-crystalline Si cells, amorphous Si cells, III-V multijunction cells, concentrator PV, CIGS solar cells, CdTe solar cells, Dye-sensitized solar cells, organic solar cells), nanotechnology and solar cells, module manufacturing, PV economics.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen	2-stündige Klausur oder mündliche Prüfung von max. 45 min. Dauer. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamer, Kopien, Skripte
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. J. Twidell & T. Weir: Renewable Energy Resources, 2nd Ed., Taylor & Francis, BIS 2. R. Gasch, J. Twele, Wind Power Plants, Springer, BIS, - bzw. R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner, BIS 3. P. Würfel: Physik der Solarzellen. VCH-Wiley, Weinheim, BIS 4. A. Goetzberger, B. Voß, J. Knobloch: Crystalline Silicon Solar Cells, John Wiley & Sons Ltd., BIS 5. J. Nelson: The Physics of Solar Cells, Imperial College Press, London, BIS.

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik (Professionalisierungsbereich)
Modulbezeichnung (Titel)	Theoretische Physik IV: Klassische Teilchen und Felder II
Modulkürzel	pb177
Lehrveranstaltungen	Klassische Teilchen und Felder II, Vorlesung Klassische Teilchen und Felder II, Übung
Studiensemester	Sommersemester
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Engel
Dozenten/innen	Prof. Dr. A. Engel, Prof. Dr. A. Hartmann, Prof. Dr. M. Holthaus, Prof. Dr. J. Kunz-Drolshagen, PD Dr. S.-A. Biehs, apl. Prof. Dr. C. Lämmerzahl
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	o Fach-Bachelor in Physik, Wahl, 3. - 6. Semester
Lehrform / SWS	VL: 3 SWS, Ü: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Kreditpunkte	6
Voraussetzungen (Empfehl.)	Einführung in die Theoretische Physik, Theoretische Physik I: Klas- sische Teilchen und Felder I
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über weiterführende Kapitel der theoretischen Mechanik und Elektrodynamik und zum Zusammenhang mit den erworbenen Kenntnissen aus den Modulen Theoretische Physik I-III. Außerdem findet eine Abrundung und Systematisierung der Kenntnisse in theoretischer Physik statt. Sie erlangen Fertigkeiten zur Anwendung fortgeschrittener Methoden der klassischen theoretischen Physik und zur Kombination analytischer und numerischer Näherungsverfahren. Sie erwerben die Kompetenzen zum Erkennen übergreifender Zusammenhänge der theoretischen Physik und zur Entwicklung einer theoretisch-physikalischen Denk- und Arbeitsweise und werden damit auf ein Masterstudium in Physik vorbereitet.
Inhalt	Lagrange-Gleichungen I. Art, kanonische Transformationen, Hamilton-Jacobi-Theorie, Näherungsmethoden der klassischen Mechanik, Chaos, KAM-Theorem Maxwell-Gleichungen in Medien, Multipolentwicklung, retardierte Potentiale, Abstrahlung elektromagnetischer Wellen, Streuung und Beugung
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungen, 2-stündige Klausur. Informationen zur Berücksichtigung von Bonuspunkten bei der Modulbenotung finden Sie hier .
Medienformen	Tafel, Folien, Beamerpräsentation von Beispielprogrammen

Literatur	<ol style="list-style-type: none">1. L. D. Landau, E. M. Lifshitz: Lehrbuch der theoretischen Physik. Harri Deutsch, Frankfurt, Band 1: Mechanik BIS; Band 2: Klassische Feldtheorie, BIS2. H. Goldstein, C. P. Poole, J. L. Safko: Classical Mechanics. Addison Wesley, Reading (Mass.), BIS3. J. D. Jackson: Classical Electrodynamics. John Wiley, New York, BIS4. D. J. Griffiths: Introduction to Electrodynamics. Prentice Hall, Upper Saddle River (NJ), BIS
-----------	--

Studiengang	Fach-Bachelor in Physik
Modulbezeichnung (Titel)	Bachelorarbeitsmodul
Modulkürzel	BAM
Lehrveranstaltungen	Abschlussarbeit mit Verteidigung in den Arbeitsgruppen
Studiensemester	Sommersemester oder Wintersemester
Modulverantwortliche/r	Betreuer/in der Bachelorarbeit
Dozenten/innen	
Sprache	Deutsch, Englisch
Zuordnung zum Curriculum	○ Fach-Bachelor in Physik, 6. Semester
Lehrform / SWS	Selbständige wissenschaftliche Arbeit
Arbeitsaufwand	450 Stunden
Kreditpunkte	15 (davon 3 für die Disputation)
Voraussetzungen (Empfehl.)	Absolvierung des Bachelorstudiums in dem in der Prüfungsordnung spezifizierten Rahmen.
Angestrebte Lernergebnisse	Nachweis der Methoden- und Präsentationskompetenz durch die Studierenden sowie der Fähigkeit zur gesellschaftspolitischen Einordnung der Konsequenzen von physikalischer Forschung.
Inhalt	Die Bachelorarbeit bildet den Abschluss des Bachelorstudiums. In ihrem Rahmen bearbeiten die Studierenden auf der Grundlage der erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten eine wissenschaftliche Aufgabenstellung des Faches. Die Ergebnisse werden in einem Abschlussvortrag dargestellt. Der Vortrag findet im Rahmen des Seminars der Arbeitsgruppe statt, in der die Bachelorarbeit durchgeführt wurde.
Studien-/Prüfungsleistungen	Schriftliches Exemplar der Bachelorarbeit entsprechend der Prüfungsordnung. Öffentliche Verteidigung der Ergebnisse in einem Abschlussvortrag.
Medienformen	
Literatur	○ Wird entsprechend dem konkreten Thema spezifiziert