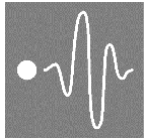




Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Fachbereich Physik



Modulhandbuch

zum Bachelorstudiengang Physik
der Universität Hamburg

PFLICHTMODULE AUS DEM FACHBEREICH PHYSIK: 4

ORIENTIERUNGSEINHEIT	4
PHYSIK I (MECHANIK UND WÄRMELEHRE).....	4
PHYSIK II (ELEKTRODYNAMIK UND OPTIK).....	6
PHYSIK III (QUANTENPHYSIK UND STATISTISCHE PHYSIK)	8
FESTKÖRPERPHYSIK.....	9
KERN- UND TEILCHENPHYSIK	10
ATOME, MOLEKÜLE UND QUANTENOPTIK	11
THEORETISCHE MECHANIK UND ELEKTRODYNAMIK	12
QUANTENMECHANIK I	13
STATISTIK UND THERMODYNAMIK	14
PHYSIKALISCHES PRAKTIKUM I FÜR STUDIERENDE DER NATURWISSENSCHAFTEN	15
PHYSIKALISCHES PRAKTIKUM II FÜR STUDIERENDE DER NATURWISSENSCHAFTEN	16
PHYSIKALISCHES PRAKTIKUM FÜR FORTGESCHRITTENE.....	18
MÜNDLICHE PRÜFUNG IN EXPERIMENTALPHYSIK.....	18
MÜNDLICHE PRÜFUNG IN THEORETISCHER PHYSIK.....	19
ABSCHLUSSMODUL - BACHELORARBEIT	20

WAHL- UND WAHLPFLICHTMODULE: 21

PROSEMINAR	21
ALLGEMEINE BERUFSQUALIFIZIERENDE KOMPETENZEN	22
WAHLBEREICH	23

PFLICHTMODULE AUS DER MATHEMATIK 23

MATHEMATIK I FÜR STUDIERENDE DER BACHELORSTUDIENGÄNGE GEOPHYSIK/OZEANOGRAPHIE, METEOROLOGIE UND PHYSIK	23
MATHEMATIK II FÜR STUDIERENDE DER BACHELORSTUDIENGÄNGE GEOPHYSIK/OZEANOGRAPHIE, METEOROLOGIE UND PHYSIK	24
MATHEMATIK III FÜR STUDIERENDE DER BACHELORSTUDIENGÄNGE GEOPHYSIK/OZEANOGRAPHIE, METEOROLOGIE UND PHYSIK	25
MATHEMATIK IV FÜR STUDIERENDE DER PHYSIK	26

Die nachfolgenden, detaillierten Modulbeschreibungen sind wie folgt strukturiert:

Modultitel:	<i>Titel des Moduls.</i>				
Modulnummer/-kürzel:	<i>Kürzel zur Identifikation des Moduls.</i>				
Semester	<i>Wintersemester</i>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<i>Zusammenhang mit anderen Modulen des Studiengangs sowie Verwendbarkeit für andere Studiengänge</i>				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Voraussetzungen für die Teilnahme an dem Modul in den Unterkategorien „Verbindliche Voraussetzungen“ (andere Module, die vor Modul-Beginn erfolgreich absolviert sein müssen, d.h. deren Prüfung bestanden wurde) und „Empfohlene Voraussetzungen“ (vorausgesetzte Inhalte, die vor einer Teilnahme jedoch nicht nachgewiesen werden müssen).</i>				
Modulverantwortliche(r):					
Lehrende:					
Sprache:	<i>Sprache (Deutsch oder Englisch), in der alle bzw. einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls durchgeführt werden.</i>				
Qualifikationsziele	<i>Leitfrage: Welche Lernergebnisse sollen Studierende nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht haben?</i> <i>z. B. im Sinne von:</i> <i>Lernergebnisse, die Wissen oder Anwenden nachweisen: z.B. definieren/ darstellen/ messen/ berichten/ bewerten von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen</i> <i>Lernergebnisse, die praktische Fertigkeiten, bei denen Kenntnisse (Wissen) eingesetzt werden, nachweisen: z.B. ausführen, demonstrieren etc.</i> <i>Bsp.: „Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden spezialisierte Techniken auswählen und einsetzen/Richtlinien modifizieren/die wesentlichen Beiträge von xy auf dem Gebiet xy zusammenfassen/ etc.“</i>				
Inhalt:	<i>Der (Lehr)inhalt sollte die Ziele des Moduls benennen. (Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?)</i>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<i>Im Modul enthaltene, einzelne Lehrveranstaltungen, zugehörige Lehrformen/Veranstaltungsarten (z.B. V: Vorlesung, Ü: Übungen, P: Praktikum, S: (Pro)Seminar), jeweils mit Angabe des Umfangs in Semesterwochenstunden (SWS).</i>				<i>SWS</i>
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Arbeitsaufwand in Leistungspunkten für die Einzelveranstaltungen.</i>	<i>LP</i>	<i>P (Std)</i>	<i>S (Std)</i>	<i>PV (Std)</i>
	<i>Gesamtaufwand</i>				
Studien-/Prüfungsleistungen	<i>Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung:</i> <i>Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen):</i> <i>Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.</i>				
Dauer	<i>Dauer des Moduls (z.B. 1 oder 2 Semester).</i>				
Häufigkeit des Angebots	<i>Angebotsturnus.</i>				
Literatur:					

*LP=Leistungspunkte; P (Std)=Präsenzstudium; S (Std)= Selbststudium; PV (Std)= Prüfungsvorbereitung

Pflichtmodule aus dem Fachbereich Physik:

Modultitel:	Orientierungseinheit				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-OE				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Im Wechsel Professor:innen des Fachbereichs Physik				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers und Tutoren aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch				
Qualifikationsziele	Nach der Orientierungseinheit haben die Studierenden einen Überblick über Studium, Prüfungs- und Studienordnung und besitzen damit das Verständnis des strukturellen Aufbaus von Department, Fakultät und Universität. Die Probleme beim Beginn des Studiums sind abgebaut. Die Studierenden sind für die Physik im Kontext von Ethik und Philosophie sensibilisiert.				
Inhalt:	I. Einführung in das Studium der Physik (Inhalte und Aufbau des Studiums, Lernziele, Prüfungen, Arbeitsformen), II. Kennen lernen der Universität (Fachbereich, Institute) und der akademischen Selbstverwaltung (studentische Beteiligung an der Gestaltung von Lehre und Forschung), III. Untersuchung verschiedener Lehr- und Lernmethoden (Veranstaltungsformen, Selbststudium, Gruppenarbeit), IV. Erkundung der Berufssituation des Physikers/der Physikerin (Zusammenhang von Ausbildung und Berufspraxis, Stellung im Betrieb, Arbeitsplatzsituation).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Orientierungseinheit, Arbeit in Kleingruppen				1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Orientierungseinheit, Arbeit in Kleingruppen	LP 1	P (Std) 14	S (Std) 16	PV (Std)
	Gesamtaufwand (davon 1 LP ABK)	1	14	16	
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Projektabschluss Das Modul gilt als bestanden, wenn der Studierende sich aktiv an mindestens einem Kleinprojekt beteiligt und dieses vorgestellt hat (in der Regel mündlich).				
Dauer	Erste Vorlesungswoche				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:					

Modultitel:	Physik I (Mechanik und Wärmelehre)
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E1

Semester	Wintersemester, Sommersemester	
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	- Physik (B.Sc.): Pflichtmodul - Geophysik/Ozeanographie (B.Sc.): Pflichtmodul - Meteorologie (B.Sc.): Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahlpflicht- oder Ergänzungsfach.	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine	
Modulverantwortliche(r):	Gudrid Moortgat-Pick; Robin Santra; Dieter Horns; Markus Drescher	
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik	
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten.	
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Phänomene der Mechanik und Wärmelehre und können sie erklären. Sie sind mit den Grundlagen theoretischer Begriffsbildung vertraut und beherrschen die dazugehörigen mathematischen Methoden. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen experimenteller Beobachtung und theoretischer Beschreibung im Rahmen der Newton'schen Mechanik.	
Inhalt:	<u>Experimentalphysik:</u> Messprozess und Messgrößen - Physikalische Größen - SI-Einheiten - Messgenauigkeit und Messfehler Kinematik des Massenpunktes - Bahnkurve - Geschwindigkeit - Beschleunigung Dynamik des Massenpunktes - Newton'sche Gesetze - Zerlegung von Kräften - Kreisbewegung Bewegte Bezugssysteme - Galilei-Transformation - Beschleunigte Bezugssysteme - Scheinkräfte Gravitation - Kepler'sche Gesetze - Newtons Gravitationsgesetz - Schwere und träge Masse Arbeit und Energie - Arbeit, konservative Kräfte - kinetische und potenzielle Energie - Energieerhaltung Dynamik von Massepunktsystemen - elastische und inelastische Stöße - Impuls und Impulserhaltung - Dynamik starrer Körper - Drehimpuls und Drehmoment Schwingungen - Harmonischer Oszillator	<u>Einführung in die Theoretische Physik I</u> Kinematik - Trajektorie eines Punktteilchens - Basis und Koordinaten - Krummlinige Koordinaten Dynamik eines Massenpunkts - Inertialsysteme und Galilei-Invarianz - Newton'sche Bewegungsgleichung - Harmonischer Oszillator - Differenzialgleichungen Kraftfelder - Konservative und Zentralkräfte - Arbeit und Existenz eines Potentials - Kepler-Problem - Skalare Felder und Vektorfelder - Wegintegral - Differenzieren von Feldern Dynamik von Mehr-Teilchen-Systemen - Bewegungsgleichungen und Erhaltungssätze - Komplexe Zahlen - Fourier-Reihen Spezielle Relativität - relativistische Kinematik - Lorentz-Transformationen

	• Erzwungene Schwingungen, Resonanz • Gekoppelte Oszillatoren Wellen • Wellengleichung • Reflexion und Transmission, stehende Wellen • Schallwellen, Akustik • Doppler-Effekt, Mach-Wellen Flüssigkeiten und Gase • Hydro- und Aerostatik • Hydro- und Aerodynamik Wärmelehre • Temperatur und Wärmeausdehnung • Kinetische Gastheorie • Wärme und Arbeit, Entropie • Reale Gase, Phasenübergänge				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	• Physik I (V) • Einführung in die Theoretische Physik I (V) • Übungen zu Physik I und zur Einf. in die Th. Physik I (Ü)	4 SWS 3 SWS 3 SWS			
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	• Physik I (V)	LP 5	P (Std) 56	S (Std) 47	PV (Std) 47
	• Einführung in die Theoretische Physik I (V)	4	42	39	39
	• Übungen zu Physik I und Einf. in die Th. Physik I (Ü)	3	42	48	
	Gesamtaufwand	12	140	134	86
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Physik II (Elektrodynamik und Optik)
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E2
Semester	Wintersemester, Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	- Physik (B.Sc.): Pflichtmodul - Geophysik/Ozeanographie (B.Sc.): Pflichtmodul - Meteorologie (B.Sc.): Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahlpflicht- oder Ergänzungsfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in dem Modul PHYSIK I.
Modulverantwortliche(r):	Michael Potthoff; Dieter Horns; Markus Drescher

Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik	
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten.	
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die grundlegenden Phänomene der Elektrizität, des Magnetismus und der Optik und können sie erklären. Sie sind mit den Grundlagen theoretischer Begriffsbildung klassischer Felder und dem Umgang mit den Rechenmethoden der Vektoranalysis vertraut. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen experimenteller Beobachtung und theoretischer Beschreibung im Rahmen der Maxwell-Theorie.	
Inhalt:	<u>Experimentalphysik</u> Elektrostatik • Coulombkraft und elektrische Ladung • Elektrisches Feld, Potenzial und Spannung • Superpositionsprinzip • elektrischer Dipol • Kondensator und Feldenergie • Dielektrika Elektrische Ströme • Kontinuitätsgleichung • Widerstand • Ohm'sches Gesetz • Kirchhoff'sche Regeln Magnetostatik • Magnetismus und Ströme • Lorentz-Kraft • Biot-Savart-Gesetz • Ampère'sches Gesetz • magnetischer Dipol • Dia-, Para- und Ferromagnetismus Elektrodynamik • Induktion, Lenz'sche Regel • Selbst- und Gegeninduktivität • Ein- und Ausschaltvorgänge • Verschiebungsstrom Wechselstromkreise • Effektivwerte, Zeigerdarstellung • komplexe Impedanzen • RLC-Schaltungen • Drehstrom Elektromagnetische Wellen • Wellengleichung • Übertragung von Wellen • Hertz'scher Dipol Optik • geometrische Strahlenoptik • optische Instrumente • Huygens'sches Prinzip und Wellenausbreitung in Materie	<u>Einführung in die Theoretische Physik II</u> Ladungs- und Stromdichte • Ladungserhaltung, Kontinuitätsgleichung • Delta-Distribution • Gekrümmte Flächen und krummlinige Koordinaten • Flächen- und Volumenintegrale • Quellen eines Vektorfelds, Divergenz und Gauß'scher Satz Elektrostatik • Feldbegriff • Differenzielle und integrale Form der Feldgleichungen • Lösung der Feldgleichungen für symmetrische Ladungsverteilungen • Potenzial von Punktladungen/Ladungsverteilungen • Elektrostatische Energie von Punktladungen/Ladungsverteilungen • Elektrostatisches Potenzial und Poisson-Gleichung • Wirbel eines Vektorfelds, Rotation, Stokes'scher Satz Magnetostatik • Differenzielle und integrale Form der Feldgleichungen • Lösung der Feldgleichungen für symmetrische Stromverteilungen • Vektorpotenzial und Eichfreiheit • Vektorpotenzial für eine beliebige Stromverteilung • Magnetfeld einer beliebigen Stromverteilung, Biot-Savart-Gesetz Elektrodynamik • Maxwell-Gleichungen • Erhaltungssätze • Elektromagnetische Wellen • Elektromagnetische Potenziale, Lorenz-Eichung

	• Interferenz und Beugung • Kohärenz				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	• Physik II (V) • Einführung in die Theoretische Physik II (V) • Übungen zu Physik II und zur Einf. in die Th. Physik II (Ü)	4 SWS 3 SWS 3 SWS			
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	• Physik II (V) • Einführung in die Theoretische Physik II (V) • Übungen zu Physik II und Einf. in die Th. Physik II (Ü)	LP 5	P (Std) 56	S (Std) 47	PV (Std) 47
		4	42	39	39
		3	42	48	
	Gesamtaufwand	12	140	134	86
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Physik III (Quantenphysik und Statistische Physik)
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E3
Semester	Wintersemester, Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Wahlpflichtmodul im Bachelorteilstudiengang Physik im Lehramt. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahlpflicht- oder Ergänzungsfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich</u> : keine <u>Empfohlene</u> : Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I und PHYSIK II.
Modulverantwortliche(r):	Henning Moritz; Andreas Hemmerich
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten.
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Quantenphysik und statistischen Physik. Sie können die Regeln und Gesetzmäßigkeiten auf Probleme aus der Atomphysik und der kondensierten Materie anwenden.
Inhalt:	I. Experimentelle Grundlagen der Quantenphysik: Hohlraum-Strahlung, Photoeffekt, Compton-Effekt, Beugung von Materiewellen (Thomson/Davisson Germer Experimente), Entwicklung der Atomvorstellung (e/m – Thomson, Rutherford, Linienspektren, Bohr'sches Atommodell). II. Einführung in die Wellenmechanik: de Broglie Wellen, Fourier-Synthese von Wellenpaketen,

	Heisenberg'sche Unschärfe-Relation für Wellenpakete, freie Schrödingergleichung, Propagation freier Wellenpakete. III. 1D Schrödinger-Gleichung und Anwendungen: Stufen-Potential, Tunneleffekt, Potentialtopf, harmonischer Oszillator, optional: Zwei-Niveau Atom IV. Schrödingergleichung in 3 Dimensionen V. Formale Grundlagen der Quantenmechanik: Physikalische Größen und ihre Darstellung durch Operatoren in Hilberträumen, Ortsoperator, Impuls-Operator, Energie-Operatoren, Schrödinger-Gleichung als Operator-Gleichung. Rolle von Eigenwerten und Eigenvektoren, Erwartungswert, Varianz, Heisenberg'sche Unschärfe-Relation für nicht kommutierende Operatoren, Postulate der Quantenmechanik. VI. Bahndrehimpuls und magnetisches Moment. VII. Das Wasserstoffatom, optional: Auswahlregeln für Dipolübergänge. VIII. Normaler Zeeman-Effekt. IX. Stern-Gerlach-Experiment, Spin und magnetisches Moment des Elektrons. X. Mehrteilchenwellenfunktionen, Bosonen und Fermionen, Atome mit mehreren Elektronen. XI. Optional: Verschränkung und Bell'sche Ungleichung. XII. Grundlagen der statistischen Physik, Mikro- und Makro-Zustände, Entropie. XIII. Boltzman-Systeme. XIV. Bose-Einstein und Fermi-Dirac Statistik. XV. Bose-Gase. XVI. Fermi-Gase.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Physik III (V) - Übungen zu Physik III (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Physik III (V)	LP 5	P (Std) 56	S (Std) 47	PV (Std) 47
	Übungen zu Physik III (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Festkörperphysik
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E4
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul

Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.				
Modulverantwortliche(r):	Nils Huse, Dorota Koziej				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Festkörperphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.				
Inhalt:	I. Geometrische Strukturen (statisch und dynamisch) II. Elektronensystem III. Dielektrische und optische Eigenschaften IV. Magnetische Eigenschaften V. Supraleitung				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Physik IV (V) - Übungen zu Physik IV (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Physik IV (V)	LP 5	P (Std) 56	S (Std) 47	PV (Std) 47
	Übungen zu Physik IV (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Kern- und Teilchenphysik
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E5
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B. Sc. oder M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.
Modulverantwortliche(r):	Johannes Haller; Peter Schleper
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.

Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Elementarteilchen- und Kernphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.				
Inhalt:	I. Einführung und Grundbegriffe II. Beschreibung von Teilchenprozessen III. Beschleuniger und Nachweismethoden IV. Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle V. Kernreaktionen und -zerfälle VI. Teilchen, Kräfte und Symmetrien VII. Starke Wechselwirkung VIII. Elektromagnetische Wechselwirkung IX. Schwache Wechselwirkung und elektroschwache Vereinheitlichung X. Astroteilchenphysik XI. Jenseits und diesseits des Standardmodells - Ausblick				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Physik V (V) - Übungen zu Physik V (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Physik V (V)	LP 5	P (Std) 56	S (Std) 47	PV (Std) 47
	Übungen zu Physik V (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Atome, Moleküle und Quantenoptik
Modulnummer/-kürzel:	PHY-E6
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Nanowissenschaften (B.Sc. oder M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.
Modulverantwortliche(r):	Roman Schnabel; Klaus Sengstock
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Atom-, Molekül- und Laserphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle. Sie kennen die Wirkungsweise optischer Resonatoren und Laserinterferometer.
Inhalt:	I. Wasserstoffatom und relativistische Korrekturen II. Atome mit mehreren Elektronen III. Atome in magnetischen und elektrischen Feldern

	IV. Anregung von Atomen durch elektromagnetische Strahlung, Auswahlregeln V. Atto- und Femtosekunden-Dynamik in Atomen und Molekülen VI. Lasermanipulation der Bewegung von Atomen VII. Molekülbindungen und Molekülorbitale VIII. Molekülspektren und Molekülspektroskopie IX. Induzierte Emission und Laserprinzip X. Optische Resonatoren, Laserresonator und Strahleigenschaften XI. Interferometrische Messungen und Signalübertragung mit Laserlicht XII. Quantisierung des kohärenten Feldes XIII. Nichtlineare Optik				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Physik VI (V) - Übungen zu Physik VI (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Physik VI (V)	LP 5	P (Std) 56	S (Std) 47	PV (Std) 47
	Übungen zu Physik VI (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Theoretische Mechanik und Elektrodynamik
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T1
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Nanowissenschaften (B.Sc. oder M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II sowie Mathematik I und II
Modulverantwortliche(r):	Robin Santra
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung in Deutsch und Englisch.
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen verallgemeinerte Prinzipien und Formulierungen der klassischen Physik und sind in der Lage, Punktteilchen und Felder im Rahmen des Lagrange-Formalismus mathematisch zu beschreiben. Sie sind fähig, Symmetrien eines physikalischen Systems zu identifizieren, und haben ein Verständnis von der Implikation der Lorentz-Invarianz für elektromagnetische Phänomene.
Inhalt:	I. Variationsrechnung II. Hamiltonsches Prinzip III. Lagrange-Formalismus für Teilchen IV. Noether Theorem

	V. Hamilton-Formalismus; Poisson-Klammer VI. Kleine Schwingungen; Felder in der Mechanik VII. Lagrange-Formalismus für Felder; Anwendung auf das Maxwell-Feld VIII. Tensoren IX. Kovarianz im Lagrange-Formalismus X. Kovariante Formulierung der Elektrodynamik				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Theoretische Physik I (V) - Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Theoretische Physik I (V)	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
	Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü)	3	28	62	
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Quantenmechanik I
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T2
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Nanowissenschaften (B.Sc. oder M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I sowie Mathematik I, II und III
Modulverantwortliche(r):	Sven-Olaf Moch
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen durch die systematische Behandlung die nichtrelativistische Quantenmechanik. Sie verstehen die grundsätzliche Erweiterung physikalischer Begriffsbildung gegenüber klassischer Physik und sind in der Lage, quantenmechanische Systeme mathematisch zu beschreiben.
Inhalt:	I. Hamilton-Formalismus, Poisson-Klammer II. Schrödinger-Gleichung III. Observable und Operatoren IV. Eigenwertprobleme für Operatoren V. Wahrscheinlichkeitsinterpretation und Unschärferelationen VI. eindimensionale Probleme VII. Zentralkraftproblem und Drehimpulsoperator VIII. Pauli-Gleichung mit Magnetfeld IX. Störungstheorie, Fermis Goldene Regel X. Mehrteilchensysteme, Fermi- und Bose-Vertauschungsregeln

	XI. Bell'sche Ungleichung und verschränkte Zustände				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Theoretische Physik II (V) - Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	- Theoretische Physik II (V) - Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü)	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
		3	28	62	
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Statistik und Thermodynamik
Modulnummer/-kürzel:	PHY-T3
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Nanowissenschaften (B.Sc. oder M.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (B.Sc.): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I, Theoretische Physik II sowie Mathematik I bis IV
Modulverantwortliche(r):	Gleb Arutyunov; Michael Thorwart
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen durch eine systematische Behandlung die statistische und phänomenologische Thermodynamik und deren Quantenstatistik. Sie haben das Verständnis für das Konzept des statistischen Ensembles und für den Zusammenhang zwischen klassischer Thermodynamik und statistischer Physik. Sie sind fähig makroskopischer Phänomene auf der Grundlage mikroskopischer Eigenschaften mathematisch zu beschreiben.
Inhalt:	I. Zustands- und Prozessgrößen II. Entropie III. Hauptsätze und Kreisprozesse IV. Thermodynamische Potentiale und Zustandsgleichungen V. Phasengleichgewichte VI. Reine und gemischte Zustände, Ensemble VII. Dichteoperator, Liouville-Gleichung VIII. Gleichgewichtsverteilungen IX. Gleichverteilungssatz und Virialsatz X. Ideale Fermi- und Bosegase, Spinsysteme XI. Fluktuationen, Ausgleichsvorgänge

Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Theoretische Physik III (V) - Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Theoretische Physik III (V)	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
	Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü)	3	28	62	
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Physikalisches Praktikum I für Studierende der Naturwissenschaften				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-AP 1				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Pflichtmodul in den Bachelorstudiengängen Geophysik/Ozeanographie und Meteorologie. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Teilnahme an dem Modul PHY-E1.				
Modulverantwortliche(r):	Henning Moritz, Klaus Sengstock				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erfassen, zu formalisieren und darzustellen. Im Einzelnen: - Kenntnisse der experimentellen Methoden und Instrumente der Physik. - Fähigkeit zur praktischen Anwendung und Überprüfung der im Modul Physik I erlernten Gesetze in einfachen Versuchsaufbauten, die teilweise selbst zu erstellen sind. - Kritischer Umgang mit Messergebnissen; Abschätzung von Fehlern und deren Ursache. - Fähigkeit zur Anfertigung von Messprotokollen, zur mündlichen und schriftlichen Darstellung von Versuchsdurchführung, Messergebnissen und zu deren Interpretation. - Fähigkeit zur Durchführung von Projekten im Team (ABK).				
Inhalt:	Grundlegende Versuche aus den Bereichen Mechanik und Wärmelehre, Elektrizität und Magnetismus, Wellen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Praktikum I (P)				5 SWS
Arbeitsaufwand*	Praktikum I (P)	LP 8	P (Std) 70	S (Std) 70	PV (Std) 100

(Teilleistungen und insgesamt)	Gesamtaufwand (davon 4 LP ABK)	8	70	70	100
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Erfolgreicher Praktikumsabschluss Der Nachweis über die erfolgreiche Durchführung der Versuche und die Anfertigung der dazugehörigen Versuchsprotokolle erfolgt in der Regel über Testate. Voraussetzungen: keine Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Zweimal pro Semester: vorlesungsbegleitend oder als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit.				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Physikalisches Praktikum II für Studierende der Naturwissenschaften				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-AP 2				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Pflichtmodul in den Bachelorstudiengängen Geophysik/Ozeanographie und Meteorologie. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahlpflicht- oder Ergänzungsfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Teilnahme an dem Modul PHY-E1.				
Modulverantwortliche(r):	Henning Moritz, Klaus Sengstock				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erfassen, zu formalisieren und darzustellen. Im Einzelnen: • Kenntnisse der experimentellen Methoden und Instrumente der Physik. • Fähigkeit zur praktischen Anwendung und Überprüfung der in den Modulen Physik I und Physik II erlernten Gesetze in einfachen Versuchsaufbauten, die teilweise selbst zu erstellen sind. • Kritischer Umgang mit Messergebnissen; Abschätzung von Fehlern und deren Ursache. • Fähigkeit zur Anfertigung von Messprotokollen, zur mündlichen und schriftlichen Darstellung von Versuchsdurchführung, Messergebnissen und zu deren Interpretation. • Fähigkeit zur Durchführung von Projekten im Team (ABK).				
Inhalt:	Grundlegende Versuche aus den Bereichen Atomphysik, Elektronik, Optik, Schwingungen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	• Praktikum II (P)			5 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	• Praktikum II (P)	LP 8	P (Std) 70	S (Std) 70	PV (Std) 100
	Gesamtaufwand (davon 4 LP ABK)	8	70	70	100

Studien- /Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Erfolgreicher Praktikumsabschluss Der Nachweis über die erfolgreiche Durchführung der Versuche und die Anfertigung der dazugehörigen Versuchsprotokolle erfolgt in der Regel über Testate. Voraussetzungen: keine Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Zweimal pro Semester: vorlesungsbegleitend oder als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit.
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Modultitel:	Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-FP				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> Erfolgreiche Modulprüfungen in den Modulen PHY-E1, PHY-E2 und PHY-E3. <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in einem der drei Module PHY-E4, PHY-E5 oder PHY-E6.				
Modulverantwortliche(r):	Erika Garutti				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind zur Lösung praktischer Problemstellungen der Physik befähigt. Sie kennen Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen, Literaturrecherche) in Verbindung mit physikalischen Inhalten.				
Inhalt:	Die Versuche orientieren sich an den Forschungsschwerpunkten des Fachbereichs Physik und müssen so gewählt werden, dass die verschiedenen Forschungsschwerpunkte in angemessener Form erfasst werden.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Praktikum (P)				10 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Praktikum (P)	LP 11	P (Std) 140	S (Std) 100	PV (Std) 90
	Gesamtaufwand (davon 6 LP ABK)	11	140	100	90
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Erfolgreicher Praktikumsabschluss (Kolloquium und Testate der Praktikumsprotokolle) Erfolgreiche Durchführung von Versuchen und Anfertigung der dazugehörigen Versuchsprotokolle. Der Nachweis erfolgt in der Regel über Testate.				
Dauer	1 bzw. 2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Einmal pro Semester als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit.				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Mündliche Prüfung in Experimentalphysik				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-EP				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindliche</u> Voraussetzungen: Erfolgreiche Modulprüfungen in drei der vier Module PHY-E3, PHY-E4, PHY-E5 und PHY-E6. <u>Empfohlene</u> Voraussetzungen: keine				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer:innen des Fachbereichs Physik.				
Lehrende:	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer:innen des Fachbereichs Physik.				

Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	Studierende haben ein übergreifendes Verständnis von den Modulinhalten zu PHY-E3, PHY-E4 PHY-E5 und PHY-E6 inklusive derer logischen und methodischen Verknüpfungen. Die Studierenden können die Konzepte der Lehrveranstaltungen in experimenteller Physik mündlich darstellen.				
Inhalt:	Die mündliche Prüfung in experimenteller Physik umfasst den Stoff von drei der vier Module PHY-E3, PHY-E4, PHY-E5 und PHY-E6.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten.				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten	LP 4	P (Std) 	S (Std) 80	PV (Std) 40
	Gesamtaufwand	4		80	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Die mündliche Prüfung in experimenteller Physik wird in deutscher oder englischer Sprache abgenommen. Über die Wahl der Sprache ist vor Beginn der Arbeit Einvernehmen mit dem Betreuer zu erzielen.				
Dauer	Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt in der Regel 45 Minuten, jedoch nicht länger als 60 Minuten.				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Mündliche Prüfung in Theoretischer Physik				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-TP				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindliche</u> Voraussetzungen: Erfolgreiche Modulprüfungen in den Modulen PHY-T1, PHY-T2 und PHY-T3. <u>Empfohlene</u> Voraussetzungen: keine				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer:innen des Fachbereichs Physik.				
Lehrende:	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer:innen des Fachbereichs Physik.				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Qualifikationsziele	Studierende haben ein übergreifendes Verständnis von den Modulinhalten zu PHY-T1, PHY-T2 und PHY-T3 inklusive derer logischen und methodischen Verknüpfungen. Die Studierenden können die Konzepte der Lehrveranstaltungen in theoretischer Physik mündlich darstellen sowie zentrale Gleichungen und mathematische Zusammenhänge wiedergeben.				
Inhalt:	Die mündliche Prüfung in theoretischer Physik umfasst den Stoff der drei Module PHY-T1, PHY-T2 und PHY-T3.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten				
Arbeitsaufwand*	Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten	LP 4	P (Std) 	S (Std) 80	PV (Std) 40

(Teilleistungen und insgesamt)	Gesamtaufwand	4		80	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Die mündliche Prüfung in theoretischer Physik wird in deutscher oder englischer Sprache abgenommen. Über die Wahl der Sprache ist vor Beginn der Arbeit Einvernehmen mit dem Betreuer zu erzielen.				
Dauer	Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt in der Regel 45 Minuten, jedoch nicht länger als 60 Minuten.				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Abschlussmodul - Bachelorarbeit				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-BA				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer mindestens 120 Leistungspunkte erworben hat.				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer:innen des Fachbereichs Physik.				
Lehrende:	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer:innen des Fachbereichs Physik.				
Sprache:	Die Bachelorarbeit wird in deutscher oder englischer Sprache abgefasst. Über die Wahl der Sprache ist Einvernehmen zwischen dem Betreuer und dem/der Studierenden zu erzielen. Im Zweifelsfall entscheidet der Prüfungsausschuss-Vorsitzende.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens und haben neben der Fachkompetenz Methodenkompetenzen bei Literaturrecherche, der Erarbeitung, der Dokumentation und schließlich in der Präsentation und Diskussion wissenschaftlicher Sachverhalte. Sie kennen die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis sowie wichtige Veröffentlichungen und Theorien des bearbeiteten Spezialgebietes und wenden dieses Wissen gezielt an. Sie können Konzepte zur zielgerichteten Bearbeitung der Aufgabe entwickeln und diese durch Anwendung erlernter wissenschaftlicher Methoden und Literaturrecherche selbstständig umsetzen. Sie werten Ergebnisse aus und können diese kritisch interpretieren und bewerten. Ihre Methodenkompetenz umfasst außerdem die Erstellung eines wissenschaftlichen Berichtes und dessen mündliche Präsentation mit anschließender Diskussion der Arbeit.				
Inhalt:	Die Studierenden arbeiten sich in ein Forschungsthema von begrenztem Umfang ein, das nachfolgend von ihnen bearbeitet wird. Die Ergebnisse werden schriftlich und mit Hilfe von Bildern und Diagrammen anschaulich dokumentiert. Sodann werden die Ergebnisse in einem Seminarvortrag vorgestellt und in der nachfolgenden wissenschaftlichen Diskussion verteidigt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	• Bachelorarbeit • Kolloquium				
Arbeitsaufwand*	Bachelorarbeit	LP 10	P (Std)	S (Std) 300	PV (Std)

(Teilleistungen und insgesamt)	• Kolloquium	2			60
	Gesamtaufwand	12		300	60
Studien-/Prüfungsleistungen	Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): schriftliche Bachelorarbeit (benotet, 5/6) und Kolloquium (benotet, 1/6).				
Dauer	360 Stunden Arbeitsaufwand innerhalb von maximal 5 Monaten.				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Wahl- und Wahlpflichtmodule:

Modultitel:	Proseminar				
Modulnummer/-kürzel:	PHY-PS				
Semester	Sommersemester, Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Nanowissenschaften (B.Sc.): Wahlpflichtmodul Physik (B.Sc.): Wahlpflichtmodul In anderen Studiengängen: es eignet sich als physikalisches Ergänzungs- oder Wahlfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindliche</u> Voraussetzungen: nach Vorgabe des durchführenden Hochschullehrers / der durchführenden Hochschullehrerin. <u>Empfohlene</u> Voraussetzungen: nach Vorgabe des durchführenden Hochschullehrers / der durchführenden Hochschullehrerin.				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer:innen des Fachbereichs Physik.				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik.				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch. Fachliteratur zum Proseminar überwiegend in Englisch.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden können selbständig einen wissenschaftlichen Text mit physikalischem Inhalt erarbeiten, systematisch nach relevanter Literatur suchen und strukturiert eine mündliche und ggf. schriftliche Präsentation auch von anspruchsvolleren physikalischen Sachverhalten erarbeiten. Ferner • haben sie vertiefte Kenntnisse von Vortragstechniken und wissen unterschiedliche Medien einander ergänzend einzusetzen. • ist Ihre mündliche und schriftliche Kommunikationsfähigkeit im Rahmen einer fachlichen Diskussion und einer schriftlichen Ausarbeitung verstärkt. • sind sie in Kritikfähigkeit geschult.				
Inhalt:	Proseminare werden zu unterschiedlichen Themengebieten der Physik angeboten. Sie geben in der Regel erste Einblicke in die Thematik der Forschungsschwerpunkte des Fachbereichs Physik. Ein physikalisches Thema ist von den Studierenden zu erarbeiten und den Teilnehmenden des Proseminars in einem Vortrag vorzustellen. Die Studierenden werden bei der Erarbeitung des Themas, der Vortragsvorbereitung und dem Verfassen der Ausarbeitung intensiv betreut. Die Zuhörenden beteiligen sich aktiv an einer fachlichen Diskussion. Von der Physik angebotene Seminare werden als Proseminare anerkannt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	• Proseminar 1 (S) • Proseminar 2 (S)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand*	• Proseminar 1 (S) • Proseminar 2 (S)	LP 3 3	P (Std) 28 28	S (Std) 32 32	PV (Std) 30 30

(Teilleistungen und insgesamt)	Gesamtaufwand (davon 6 LP ABK)	6	56	64	60
Studien-/Prüfungsleistungen	Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die aktive Teilnahme an der fachlichen Diskussion voraus. Die Modulprüfung erfolgt in der Regel in deutscher Sprache. Sie besteht üblicherweise aus einem Referat und einer schriftlichen Ausarbeitung des vorgegebenen Themas. Die genauen Kriterien zur Zulassung zur Modulprüfung sowie ggf. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Allgemeine Berufsqualifizierende Kompetenzen				
Modulnummer/-kürzel:	ABK				
Semester	Sommersemester, Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Wahl(pflicht)modul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem anbietenden Fachbereich.				
Lehrende:	u.a. Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen grundlegende Schlüsselkompetenzen und haben allgemeine berufsbefähigende Fähigkeiten, Fertigkeiten und Methoden. Insbesondere • Computeranwendungen, • Fremdsprachenkompetenz, • Kommunikationsfähigkeit, • Präsentations- und Vortragstechniken, • Sozial- und Selbstkompetenz/Teamfähigkeit.				
Inhalt:	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	• ABK (V, Ü, S, P)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	• ABK (V, Ü, S, P)	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 32	PV (Std) 30
	Gesamtaufwand (davon 3 LP ABK)	3	28	32	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Modultitel:	Wahlbereich				
Modulnummer/-kürzel:	WAHL (je nach anbietendem Fach)				
Semester	Sommersemester, Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.); Physik (M.Sc.); Physics (M.Sc.): Wahlmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Nach Maßgabe des anbietenden Faches.				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem anbietenden Fach				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem anbietenden Fach				
Sprache:	Nach Maßgabe des anbietenden Faches.				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben grundsätzliche Kenntnisse wahlweise in Astrophysik und Astronomie, Biomedical Physics oder einem Fachgebiet außerhalb der Physik.				
Inhalt:	Es gibt keinerlei Einschränkungen bei der Wahl des Fachgebietes, die Studierenden sollen ihren Neigungen und Interessen folgen. Festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für den Wahlbereich (12 Leistungspunkte). Die Leistungspunktzahl kann durch Kombination verschiedener Module erreicht werden, die in einem sinnvollen Zusammenhang stehen müssen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	Nach Maßgabe des Anbieters (V, Ü, S, P)				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Nach Maßgabe des Anbieters (V, Ü, S, P)	LP 12	P (Std) ...	S (Std) ...	PV (Std) ...
	Gesamtaufwand	12	...	...	...
Studien-/Prüfungsleistungen	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.				

Pflichtmodule aus der Mathematik

Modultitel:	Mathematik I für Studierende der Bachelorstudiengänge Geophysik/Ozeanographie, Meteorologie und Physik				
Modulnummer/-kürzel:	MATH 1				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Innerhalb des Bachelorstudienganges: Das Modul vermittelt eine breite mathematische Grundausbildung. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als mathematisches Wahl- oder Ergänzungsfach.				

Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Jörg Teschner				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Mathematik				
Sprache:	In der Regel Deutsch. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gemacht.				
Angestrebte Lernergebnisse	Studierende beherrschen mathematische Methoden auf der Grundlage eines guten Verständnisses mathematischer Theorien.				
Inhalt:	I. Die Zahlbereiche $\mathbb{N}$, $\mathbb{Q}$, $\mathbb{R}$ und $\mathbb{C}$ II. Vektoren und Vektorräume III. Konvergente Folgen und Reihen IV. Lineare Gleichungssysteme V. Stetigkeit und Differenzierbarkeit VI. (von Funktionen in einer Veränderlichen) VII. Integration solcher Funktionen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Mathematik I (V) - Übungen zu Mathematik I (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Mathematik I (V)	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
	Übungen zu Mathematik I (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Mathematik II für Studierende der Bachelorstudiengänge Geophysik/Ozeanographie, Meteorologie und Physik				
Modulnummer/-kürzel:	MATH 2				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Innerhalb des Bachelorstudienganges: Das Modul vermittelt eine breite mathematische Grundausbildung. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als mathematisches Wahl- oder Ergänzungsfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen MATH 1.				
Modulverantwortliche(r):	Jörg Teschner				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Mathematik				

Sprache:	In der Regel Deutsch. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gemacht.				
Angestrebte Lernergebnisse	Studierende beherrschen mathematische Methoden auf der Grundlage eines guten Verständnisses mathematischer Theorien.				
Inhalt:	I. Funktionenfolgen II. Hilberträume III. Fourier-Reihen IV. Gewöhnliche Differentialgleichungen V. Differentialrechnung im $\mathbb{R}^n$				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Mathematik II (V) - Übungen zu Mathematik II (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Mathematik II (V)	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
	Übungen zu Mathematik II (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Mathematik III für Studierende der Bachelorstudiengänge Geophysik/Ozeanographie, Meteorologie und Physik
Modulnummer/-kürzel:	MATH 3
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Innerhalb des Bachelorstudienganges: Das Modul vermittelt eine breite mathematische Grundausbildung. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als mathematisches Wahl- oder Ergänzungsfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen MATH 1 und MATH 2.
Modulverantwortliche(r):	Jörg Teschner
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Mathematik
Sprache:	In der Regel Deutsch. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gemacht.
Angestrebte Lernergebnisse	Studierende beherrschen mathematische Methoden auf der Grundlage eines guten Verständnisses mathematischer Theorien.
Inhalt:	I. Integration im $\mathbb{R}^n$ II. Die klassischen Integralsätze III. Distributionen und Fourier-Transformation IV. Partielle Differentialgleichungen

Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Mathematik III (V) - Übungen zu Mathematik III (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Mathematik III (V)	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
	Übungen zu Mathematik III (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	Mathematik IV für Studierende der Physik				
Modulnummer/-kürzel:	MATH 4				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Physik (B.Sc.): Pflichtmodul Innerhalb des Bachelorstudienganges: Das Modul vermittelt eine breite mathematische Grundausbildung. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als mathematisches Wahl- oder Ergänzungsfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen MATH 1, MATH 2 und MATH3.				
Modulverantwortliche(r):	Jörg Teschner				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Mathematik				
Sprache:	In der Regel Deutsch. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gemacht.				
Angestrebte Lernergebnisse	Studierende beherrschen mathematische Methoden auf der Grundlage eines guten Verständnisses mathematischer Theorien.				
Inhalt:	I. Elemente der Funktionentheorie II. Lineare Operatoren auf Hilberträumen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	- Mathematik IV (V) - Übungen zu Mathematik IV (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Mathematik IV (V)	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 62	PV (Std) 62
	Übungen zu Mathematik IV (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Literatur:	
------------	--