

FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK UND PHYSIK

Modulkatalog Physik

Studiengänge:

Bachelorstudiengang Physik

Masterstudiengang Physik

Version vom 3. Juli 2024

Redaktionelle Version vom 9. Dezember 2024



1 Vorbemerkung

Diese Fassung des Modulkataloges wurde durch eine neue technische Umsetzung erzeugt. Wir sind davon überzeugt, dass diese Fassung gegenüber den bisherigen Versionen deutliche Verbesserung enthält. Obwohl wir mit großem Aufwand bei der Fehlerkorrektur betrieben haben, können und werden noch formale Fehler in diesem Dokument enthalten sein. Wir freuen uns über Hinweise zur Korrektur.

Dieses Dokument besteht aus drei Teilen:

- Im ersten Teil werden zentrale Ansprechpartner*innen vorgestellt und in das Studium eingeführt.
- Der zweite Teil bildet den Modulkatalog, er stellt die Module und die Lehrveranstaltungen dar.
- Im dritten Teil sind weitere wichtige Informationen zum Studium zu finden. Vor allem werden die Weiteren für das Studium wichtigen Institutionen aufgeführt.

Der Modulkatalog als zweiter Teil, besteht seinerseits aus zwei Teilen, den Modulbeschreibungen und dem Lehrveranstaltungskatalog. Da in den Wahlmodulen verschiedene Vorlesungen gewählt werden können, werden diese im Anhang ausführlicher beschrieben. So sind in solchen Fällen die Angaben zu den Inhalten und der Häufigkeit des Angebots bei den Vorlesungen und nicht bei den Modulen zu finden.

Bitte beachten Sie, dass es sich hier um eine Zusammenstellung der Vorlesungen handelt, die regelmäßig angeboten werden. Insbesondere können weitere Vorlesungen im Vorlesungsverzeichnis den Wahlpflichtmodulen und den Wahlmodulen zugeordnet werden.

Der Modulkatalog sollte auch als Ergänzung zur Prüfungsordnung verstanden werden. Die aktuelle Version unserer Prüfungsordnung finden Sie unter

<https://www.uni-hannover.de/de/studium/im-studium/pruefungsinfos-fachberatung>.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	2
2	Die Fakultät im Überblick	6
2.1	<i>Die Institute der Fakultät</i>	6
2.2	<i>Gremien der Fakultät</i>	8
3	Das Studium der Physik an der Leibniz Universität	9
3.1	<i>Die Studiengänge</i>	9
3.2	<i>Aufbau der Studiengänge</i>	10
3.2.1	Bachelorstudiengang Physik	11
3.2.2	Masterstudiengang Physik	13
4	Module der Physik Studiengänge	15
4.1	<i>Bachelor Physik – Kernmodule</i>	16
	Analysis I + II	16
	Lineare Algebra I	18
	Mathematik für Physiker	19
	Grundpraktikum A	20
	Grundpraktikum B	22
	Mathematische Methoden der Physik	23
	Klassische Felder und Teilchen	25
	Quantentheorie und Statistische Physik	27
	Physik präsentieren	29
4.2	<i>Bachelor Physik – Wahlpflichtbereich Experimentalphysik</i>	30
	Experimentalphysik	30
	Experimentalphysik Teil 1	31
	Experimentalphysik Teil 2	32
4.3	<i>Bachelor Physik – Experimentalphysik Vertiefung</i>	33
	Vertiefungsbereich Experimentalphysik	33
	Moderne Aspekte der Physik	34
	Schlüsselkompetenzen (Bachelor)	35
4.4	<i>Master Physik – Fortgeschrittene Vertiefung</i>	36
	Fortgeschrittene Festkörperphysik	36
	Gravitationsphysik	37
	Quantenfeldtheorie	38
	Quantenoptik	40
	Strahlenschutz und Radioökologie	41
4.5	<i>Master Physik - Schwerpunktphase</i>	43
	Ausgewählte Themen moderner Physik A	43
	Ausgewählte Themen moderner Physik B	44
	Seminar	45
	Schlüsselkompetenzen (Master)	46
	Industriepraktikum	47
4.6	<i>Abschlussarbeiten und Forschungsphase</i>	48
	Bachelorprojekt	48
	Forschungspraktikum /Projektplanung	50
	Masterarbeit	52
5	Lehrveranstaltungen	53
5.1	<i>Veranstaltungen der Institute der Experimentalphysik</i>	54
	Mechanik und Wärme	54

Elektrizität und Relativität	55
Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene	56
Kerne und Teilchen	57
Festkörperphysik I	58
Festkörperphysik II	59
Atom- und Molekülphysik	60
Kohärente Optik	61
5.2 <i>Veranstaltungen des Institut für Theoretische Physik</i>	62
Fortgeschrittene Quantentheorie	62
Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie	63
Theoretische Quantenoptik und Quantendynamik	64
Computerphysik	65
Theoretische Festkörperphysik	66
Statistische Feldtheorie	67
Seminar zur Theorie der kondensierten Materie	68
Fortgeschrittene Computerphysik	69
Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie	70
Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen	71
Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen	72
Ergänzungen zur klassischen Physik	73
Einführung in die Teilchenphysik	74
Einführung in die Allgemeine Relativitätstheorie	75
5.3 <i>Veranstaltungen des Institut für Festkörperphysik</i>	76
Grundlagen der Halbleiterphysik	76
Halbleiterphysik mit Python	77
Charakterisierung von Halbleitern und Solarzellen	78
Quantenstrukturbauelemente	79
Physik der Solarzelle	80
Seminar: Solid State Quantum Technology, Quantum Information, and Single Photon Emitter	81
Energy Storage Materials and Devices	82
Physik der 2D Materialien	83
Introduction to Nanophysics	84
Laborpraktikum Growth and Characterization of Nanostructures	85
Laborpraktikum Optical Characterization of Nanostructures	86
Laborpraktikum Nanomaterials in Energy Storage Devices	87
5.4 <i>Veranstaltungen des Institut für Quantenoptik</i>	88
Nichtlineare Optik	88
Advanced Nonlinear Optics	89
Photonik	90
Seminar zu Photonik	91
Atomoptik	92
Festkörperlaser	93
Optische Schichten	94
Einführung in die Biophysik	95
Lasermedizin und Biomedizinischen Optik	96
Biophotonik - Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen	97
Physics of Life	98
Ultrakurze Laserpulse	99
Grundlagen optischer Fasern	100
Seminar Optische Spezialglasfasern: Herstellung, Funktionsprinzipien und Anwendungen	102
Experimental Methods in Atomic Physics	103
Physik der Medizin	104
Seminar: Biophysik	105

5.5	<i>Veranstaltungen des Institut für Photonik</i>	106
	Fracture of Materials and Fracture Mechanics	106
	Introduction to Multiscale and Multiphysics Modelling	107
5.6	<i>Veranstaltungen des Institut für Gravitationsphysik</i>	108
	Foundations of Probability	108
	Laborpraktikum Data Analysis	109
	Neutron Stars and Black Holes	110
	Seminar Gravitationswellen	111
	Seminar Gravitationsphysik	112
	Laserinterferometrie	113
	Laborpraktikum Laserinterferometrie	114
	Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente	115
	Nichtklassisches Licht	116
	Nichtklassische Laserinterferometrie	117
	Elektronische Metrologie im Optiklabor	118
	Seminar Nichtklassisches Licht	119
5.7	<i>Veranstaltungen des Institut für Radioökologie und Strahlenschutz</i>	120
	Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs	120
	Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen	121
	Strahlenschutz und Radioökologie	122
	Kernphysikalische Anwendungen in der Umweltphysik	123
	Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden	124
	Einführung in die Massenspektrometrie	125
	Praktikum Strahlenschutz und Radioökologie	126
	Seminar Strahlenschutz und Radioökologie	127
	Fachkunde im Strahlenschutz	128
	Migration Pathways of Radionuclides in the Biosphere	129
5.8	<i>Veranstaltungen des Hannoversches Zentrum für Optische Technologien</i>	130
	Introduction to Nanophotonics	130
	Introduction to Computational Optics	131
	Simulations in Photonics	132
6	Weitere Angebote und Ansprechpartner	133
6.1	<i>Ansprechpartner innerhalb der Fakultät</i>	133
6.2	<i>Studieren und leben in Hannover</i>	141
7	Misc	144

2 Die Fakultät im Überblick

Der Dekan leitet die Fakultät. Die Verantwortung für das Lehrangebot trägt der Studiendekan. Er wird vertreten vom Studienprodekan.

Dekan

Prof. Dr. Alexander Heisterkamp

Gebäude 1101, D123, 30167 Hannover

0511 762 5499

dekan@maphy.uni-hannover.de

Studiendekan

Prof. Dr. Wolfram Bauer

Gebäude 1101, F125, 30167 Hannover

0511 762 4466

studiendekan@maphy.uni-hannover.de

Studiengangskoordination

Dipl.-Ing. Axel Köhler, Dr. Katrin Radatz, Dipl.-Soz.Wiss. Miriam Redlich

Gebäude 3403, A121, 30167 Hannover

0511 762 5450

sgk@maphy.uni-hannover.de

Geschäftszimmer Studiendekanat

Mariana Stateva-Andonova

Gebäude 3403, Raum A120, 30167 Hannover

0511 762 4466

studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de

2.1 Die Institute der Fakultät

Die Fakultät für Mathematik und Physik besteht aus 14 Instituten. Zum Bereich der Physik gehören sieben Institute, zur Mathematik sechs und ein gemeinsames Institut für die Didaktik. Für die Meteorologie gibt es das Institut für Meteorologie und Klimatologie.

Diese sind zum Teil weiter in Abteilungen untergliedert oder lassen sich thematisch in Arbeitsgruppen unterteilen. Das Institut für Gravitationsphysik arbeitet unter einem Dach sehr eng mit dem Hannoveraner Teilinstitut des Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) zusammen. In Forschung und Lehre besteht eine enge Verzahnung mit dem Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) und dem Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE). Die Standorte der physikalischen Institute verteilen sich auf mehrere Gebäude im Stadtgebiet.

Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik (IAZD)

www.iazd.uni-hannover.de

Institut für Algebraische Geometrie (IAG)

www.iag.uni-hannover.de

Institut für Analysis (IA)

www.analysis.uni-hannover.de

Institut für Angewandte Mathematik (IfAM)

www.ifam.uni-hannover.de

Institut für Differentialgeometrie (IDG)

www.diffgeo.uni-hannover.de

Institut für Versicherungs- und Finanzmathematik (IVFM)

www.ivfm.uni-hannover.de

Institut für Didaktik der Mathematik und Physik (IDMP)

www.idmp.uni-hannover.de

Institut für Festkörperphysik (FKP)

www.fkp.uni-hannover.de

Institut für Gravitationsphysik (AEI)

www.aei.uni-hannover.de

Institut für Quantenoptik (IQO)

www.iqo.uni-hannover.de

Institut für Radioökologie und Strahlenschutz (IRS)

www.irs.uni-hannover.de

Institut für Theoretische Physik (ITP)

www.itp.uni-hannover.de

Institut für Photonik (IOP)

www.iop.uni-hannover.de

Institut für Meteorologie und Klimatologie (ImuK)

www.meteo.uni-hannover.de

2.2 Gremien der Fakultät

Die aktuellen Mitglieder der folgenden Gremien sind der Homepage der Fakultät für Mathematik und Physik zu entnehmen. Die E-Mail-Adressen der studentischen Vertreter*innen finden sich auf der Homepage der Fachschaft Mathematik und Physik.

Fakultätsrat Der Fakultätsrat entscheidet in Angelegenheiten der Forschung und Lehre von grundsätzlicher Bedeutung. Er beschließt die Ordnungen der Fakultät, insbesondere die Prüfungsordnungen. Der Fakultätsrat besteht aus sieben Professorinnen und Professoren, zwei wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, zwei Studierenden, zwei Vertreter der Promotionsstudierenden (ohne Stimmrecht) und zwei Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Technischen und Verwaltungsdienstes (MTV-Gruppe); der Dekan hat den Vorsitz inne. Die Sitzungen sind zum überwiegenden Teil öffentlich und finden während der Vorlesungszeit mittwochs in etwa monatlich statt.

Studienkommission Die Studienkommission ist vor Entscheidungen des Fakultätsrates in allen Angelegenheiten der Lehre, des Studiums und der Prüfungen zu hören. Der Fakultätsrat hat die Empfehlungen zu würdigen. Der Studienkommission gehören als stimmberechtigte Mitglieder zwei Professorinnen und Professoren, ein/e wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in und vier Studierende an; der Studiendekan hat den Vorsitz inne. Die Studienkommission tagt in der Regel zwei Wochen vor dem Fakultätsrat.

Prüfungsausschuss Der Prüfungsausschuss stellt die Durchführung der Prüfungen für den Bachelor- und Masterstudiengang sicher. Er achtet darauf, dass die Prüfungsordnung eingehalten wird. Auch bei Zweifelsfällen in Prüfungsfragen entscheidet der Prüfungsausschuss. Ein Anliegen für den Prüfungsausschuss wird in der Regel direkt an den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses gerichtet.

Die Fachschaft Die Studierenden der Fakultät für Mathematik und Physik bilden die gemeinsame Fachschaft MaPhy. Die Interessen der Fachschaft vertritt der offene Fachschaftsrat, in dem alle Studierenden mitarbeiten können. Der Fachschaftsrat trifft sich in der Vorlesungszeit immer montags um 18.15 Uhr im Fachschaftsraum. Die hauptsächliche Aufgabe des Fachschaftsrats ist die Vertretung der studentischen Interessen in den Gremien der Fakultät. So wirkt er über die studentischen Vertreterinnen und Vertreter z.B. bei der Gestaltung der Studien- und Prüfungsordnungen oder der Verwendung von Studienbeiträgen mit und kann bei der Neueinstellung von Professorinnen und Professoren in den Berufungskommissionen mitentscheiden. Er wirkt aber auch in fakultätsübergreifenden Gremien mit. Wer Interesse hat selbst aktiv an der Planung von Lehre und Forschung – also in den Gremien mitzuarbeiten, ist immer willkommen im Fachschaftsrat.

3 Das Studium der Physik an der Leibniz Universität

3.1 Die Studiengänge

An der Leibniz Universität Hannover können Sie Physik im Rahmen von mehreren Bachelor- (BA) und Masterstudiengängen (MA) studieren. Der Bachelor- und Masterstudiengang Physik ist ein Fachstudiengang mit dem Ziel einer Tätigkeit in der Forschung oder in Industriebetrieben. Daneben bieten wir noch Studiengänge an, die zur Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern in Physik dienen. Auf diese wird im Folgenden hier nicht weiter eingegangen.

Was sind die Ziele der einzelnen Studiengänge?

Der **Bachelorstudiengang in Physik** dient vornehmlich der wissenschaftsorientierten Grundlagenausbildung. Er vermittelt zunächst eine Basis an mathematischem und physikalischem Grundwissen. Auf dieser Basis wird im Bachelorstudiengang Physik ein Überblick über das gesamte Spektrum moderner Physik vermittelt.

Aufbau der fachwissenschaftlichen Studiengänge: Alle Bachelorstudiengänge schließen mit einem eigenständigen berufsqualifizierenden Abschluss ab. Das Hauptziel des **Masterstudiengangs Physik** ist dagegen die Befähigung zum effizienten, selbstständigen Arbeiten an der Spitze der Forschung und in innovativen Bereichen in Technik und Wirtschaft sowie in allen verantwortlichen Positionen von Staat und Gesellschaft. Dies erfordert sowohl die fachliche Vertiefung als auch das Heranführen an die Praxis des eigenverantwortlichen Arbeitens in der Wissenschaft.

Der Masterstudiengang ist daher durch eine einjährige Vertiefungsphase und eine einjährige Forschungsphase charakterisiert. Im **Masterstudiengang Physik** erwerben die Studierenden zunächst vertiefende Kenntnisse in den fünf Grundlagenforschungsschwerpunkten: Festkörperphysik, Quantenoptik, Quantenfeldtheorie, Gravitation sowie Radioökologie und Strahlenschutz. In einem dieser Gebiete werden sie dann an die Grundlagenforschung herangeführt.

Welche Berufsmöglichkeiten gibt es nach dem Studium?

Die **Bachelorstudiengänge** dienen vorrangig dazu, den Übergang in einen folgenden Masterstudiengang oder den qualifizierten Wechsel zu anderen Disziplinen zu ermöglichen. Sie können für bestimmte Tätigkeitsfelder auch eigenständig **berufsqualifizierend** sein.

Denkbare Berufsfelder werden dort zu finden sein, wo Unternehmen Berufseinsteigern eine auf fundiertem mathematisch-naturwissenschaftlichem Grundwissen aufsetzende Weiterqualifikation entsprechend der Unternehmensbelange ermöglichen (z.B. in speziellen Trainee-Programmen). Zum anderen können Unternehmen Bedarf an Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Physik für Tätigkeitsfelder haben, die analytische Fähigkeiten und Abstraktionsvermögen erfordern, für die aber die umfassende wissenschaftliche Qualifikation der Masterabsolventinnen und -absolventen nicht vollständig erforderlich ist. Im Marketing und Vertrieb oder auch Projektmanagement wäre dies zum Beispiel vorstellbar.

Die **konsekutiven Masterstudiengänge** sind forschungsorientiert. Ein erfolgreicher Masterabschluss ist auch die Voraussetzung dafür, im Rahmen einer anschließenden Berufs- und Forschungstätigkeit den **Doktorgrad** erwerben zu können.

Berufliche **Schlüsselkompetenz** unserer Absolventinnen und Absolventen im *experimentellen* Bereich ist die Fähigkeit, geeignete und möglichst aussagefähige Experimente zu entwerfen, um dann die Beobachtungen und Messresultate auf der Basis umfassenden und vielseitig anwendbaren Wissens zu interpretieren. Charakteristische Kompetenzen von Physikerinnen und Physikern im *theoretischen* Bereich sind die begriffliche und mathematische Analyse beobachteter physikalischer Eigenschaften sowie das Entwickeln numerischer

Modelle und numerischer Verfahren auf verschiedenen Abstraktionsebenen.

Aufgrund dieser vielfältigen grundsätzlichen Fähigkeiten können Physikerinnen und Physiker einerseits in öffentlich geförderten oder industriellen Forschungslabors an grundlagen- und anwendungsorientierten Fragestellungen arbeiten, sind zum anderen aber auch außerhalb des unmittelbaren Fachs wie beispielsweise in der Informationstechnologie, der Unternehmensberatung sowie im Bank- und Versicherungswesen gesuchte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Sie sind vielfach auf Gebieten tätig, für die sie während des Studiums nicht direkt ausgebildet wurden. Sie sind überall dort zu finden, wo in einem sich schnell verändernden Umfeld komplexe Probleme strukturiert behandelt werden müssen und flexible kreative Problemlöser gefragt sind.

3.2 Aufbau der Studiengänge

Bitte beachten Sie, dass als rechtsverbindliche Formulierung aller Prüfungsordnungen ausschließlich die in den Verkündungsblättern der Universität veröffentlichter gilt.

Zugangsvoraussetzung:

Alle **Bachelorstudiengänge** unserer Fakultät sind zulassungsfrei. D.h. es bedarf lediglich einer Hochschulzugangsberechtigung, um ein Studium aufzunehmen. Diese wird meist durch das Abitur erbracht. Neben der allgemeinen Hochschulzugangsberechtigung gibt es weitere Möglichkeiten, für ein Studium zugelassen zu werden - z.B. die Prüfung für den Erwerb der fachbezogenen Hochschulzugangsberechtigung nach beruflicher Vorbildung. Nähere Informationen zu einer Studienaufnahme ohne Abitur gibt es [hier](#) auf der Homepage der Universität:

Die **Masterstudiengänge** sind zulassungsbeschränkt. Die genauen Regeln (inklusive Ausnahmeregeln) stehen in den entsprechenden Zugangsordnungen. Ebenfalls [hier](#) zu finden auf der Homepage der Universität.

Die Bewerbungsfrist für eine Aufnahme in einen Masterstudiengang endet zum Wintersemester am 15. Juli (für nicht-EU-Bürger am 31. Mai) und zum Sommersemester jeweils am 15. Januar (für nicht-EU Bürger am 30. November des Vorjahres).

Das Studium:

Die Studieninhalte sind in so genannte **Module** gegliedert. Ein Modul ist eine thematische Zusammenfassung von Lehrveranstaltungen. Es kann also mehr als eine Veranstaltung zu einem Modul gehören. Zur Ausbildung tragen neben den meist von Übungen begleiteten Vorlesungen auch Labore und Seminare bei. Zum erfolgreichen Absolvieren eines Studiengangs müssen in den einzelnen Modulen **Studienleistungen** sowie **Prüfungsleistungen** erbracht werden. Bei den Studienleistungen wird in der Regel eine Mindestpunktzahl aus Übungsbearbeitungen gefordert. Bewertungen von Studienleistungen gehen nicht in die Endnote ein. Studienleistungen können beliebig oft wiederholt werden. Die Inhalte eines Moduls werden als Prüfungsleistung studienbegleitend in der Regel durch eine mündliche Prüfung oder eine Klausur abgeprüft.

Jedem Modul sind entsprechend dem erwarteten Arbeitsaufwand so genannte **Leistungspunkte** zugeordnet. Nach Erbringen der erforderlichen Studien- und Prüfungsleistungen werden den Studierenden die dem Modul zugeordneten Leistungspunkte gutgeschrieben. Leistungspunkte nach dem European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) beschreiben den Aufwand, der erforderlich ist, um die durch ein Modul vermittelte Kompetenz zu erwerben. Ein Leistungspunkt (LP) entspricht einem geschätzten Arbeitsaufwand von 30 Stunden. Pro Semester sind etwa 30 Leistungspunkte zu erwerben. In den **Bachelorstudiengängen** sind mindestens **180 Leistungspunkte** zu erwerben, in den Masterstudiengängen **120 Leistungspunkte**. Die Module erstrecken sich über ein bis zwei Semester. Sie erfordern von den Studierenden in der Regel jeweils etwa einen Arbeitsaufwand zwischen 150 und 300 Stunden, entsprechend 5 bis 10 LP. Einen über

diesen Regelumfang hinausgehenden Arbeitsaufwand benötigen insbesondere die grundlegenden Module sowie das Bachelorprojekt und die Module der Forschungsphase im Masterstudiengang. Die **Abschlussnote** berechnet sich als mit den Leistungspunkten der Module gewichtetes Mittel der Prüfungsnoten.

Welche Module Sie in Ihrem Studiengang belegen müssen können Sie in der Prüfungsordnung Ihres Studiengangs nachlesen.

Anmeldung und Durchführung der Prüfungen: Zu jeder Prüfung muss innerhalb eines festgesetzten Anmeldezeitraums eine Anmeldung beim Prüfungsamt erfolgen. Bei Nichtbestehen einer Prüfungsleistung besteht die Möglichkeit zur zweimaligen Wiederholung. Ausgenommen hiervon sind die Bachelor- und die Masterarbeiten. Sie dürfen einmal mit einem anderen Thema wiederholt werden. Die Anmelde- und Prüfungstermine finden sich [hier](#), sie sind aber auch Bestandteil der jeweiligen Prüfungsordnung:

3.2.1 Bachelorstudiengang Physik

Vorbemerkung zu den Studienverlaufsplänen

In den folgenden Abschnitten finden Sie unter anderem konkrete **Studienverlaufspläne** für die Physikstudiengänge der Leibniz Universität Hannover. Bitte beachten Sie, dass diese Studienverlaufspläne lediglich Vorschläge zur Gestaltung Ihres Studiums sind. Sie sind keineswegs so vorgeschrieben. Beachten Sie aber bei Ihrer persönlichen Planung, dass gerade die Grundvorlesungen zum Teil stark aufeinander aufbauen und deshalb in der angegebenen Reihenfolge gehört werden sollten. Bei Fragen stehen Ihnen die Studiengangskoordination und die Fachberater gerne zur Verfügung.

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	LP
Mathematik	Analysis I 10 LP, SL, PL	Analysis II 10 LP, SL, PL	Mathematik für Physiker I 4 LP, SL	Mathematik für Physiker II 4 LP, SL			38
	Es muss nur eine Klausur bestanden werden		PL				
	Lineare Algebra I 10 LP, SL, PL						
Experimentalphysik	Mechanik und Wärme 6 LP, SL	Elektrizität und Relativität 12 LP, SL	Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene 10 LP, SL	2 Vorlesungen: Kerne und Teilchen & Festkörperphysik 10 LP, SL			38
	PL						
		Grundpraktikum I: Grundlagen zur Messdatenanalyse	Grundpraktikum II: Physikalische Messmethoden – Elektronische Messtechnik	Grundpraktikum III: Messmethoden – Computergestützte Verfahren			
Theoretische Physik	Mathematische Methoden der Physik 7 LP, SL	Theoretische Elektrodynamik 7LP, SL	Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie 8 LP, SL	Einführung in die Quantentheorie 8 LP, SL	Statistische Physik 8 LP, SL		38
	PL	PL					
Vertiefungsstudium					2 von 3 Vertiefungsmodulen - Festkörperphysik II - Atom- und Molekülphysik - Kohärente Optik je 8 LP		16
Physikalischer Wahlbereich					Mind. 12 LP aus dem Lehrangebot der Physik		12
Schlüsselkompetenzen		Seminar oder Vorlesung 4 LP					4
Wahlfach	Betriebswirtschaftslehre, Chemie, Elektrotechnik, Geodäsie und Geoinformatik, Informatik, Maschinenbau, Mathematik, Meteorologie, Philosophie und Volkswirtschaftslehre						16
Präsentation und Projektarbeit				Seminar: Physik präsentieren 3 LP, SL		Bachelorarbeit 15 LP, SL	18

Wahlfach:

Im Wahlfach lernen die Studierenden Aufgabenstellung und Vorgehensweisen anderer Fachrichtungen kennen. Der Gesamtumfang beträgt 16 Leistungspunkte (LP). Das Studium des Wahlfaches beginnt in der Regel im dritten Semester. Je nach persönlicher Studienplanung sind jedoch Abweichungen möglich.

Standardwahlfächer sind Betriebswirtschaftslehre, Chemie, Elektrotechnik, Geodäsie, Informatik, Mathematik, Maschinenbau, Meteorologie, Philosophie, VWL. Studierende, die ein hier nicht aufgeführtes Wahlfach wählen möchten, sollten mit einem Vertreter des betreffenden Faches einen Studienplan entwerfen und diesen dann dem Prüfungsausschuss zusammen mit dem Antrag auf Zulassung eines weiteren Wahlfaches vorlegen.

Bachelorarbeit:

Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass Sie in der Lage sind, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums ein Problem aus dem Fach selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sprechen Sie die Dozentinnen und Dozenten der Physik an und fragen Sie nach geeigneten Themen. Das Modul Bachelorarbeit beinhaltet einen Vortrag über Ihre abgeschlossene Bachelorarbeit. Zulassungsvoraussetzungen: Die Anmeldung zur Bachelorarbeit setzt voraus, dass Sie das Modul Mathematik für Physiker, Experimentalphysik A bzw. B1 und B2 sowie abgeschlossenes Modul Klassische Felder und Teilchen abgeschlossen haben.

3.2.2 Masterstudiengang Physik

Der Masterstudiengang Physik ist **forschungsorientiert** und führt die Studierenden an die moderne Grundlagenforschung heran. Es werden Kenntnisse und Kompetenzen in mehreren Teilfächern der Physik vermittelt, und die Studierenden werden zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten angeleitet. Studierende müssen über ausreichende Kenntnisse der deutschen oder englischen Sprache verfügen (auf dem Niveau B2 gemäß dem Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen). Lehrveranstaltungen werden üblicherweise auf Englisch gehalten. Für mündliche Prüfungen und für die Masterarbeit können Sie nach eigener Wahl die deutsche oder englische Sprache verwenden.

Die **fachliche Vertiefungs- und Schwerpunktphase** dient dem Erwerb der für eine eigenständige produktive Arbeit in der Physik notwendigen fortgeschrittenen Kenntnisse in den an der Fakultät für Mathematik und Physik vertretenen Grundlagenforschungsgebieten: der Festkörperphysik, der Quantenoptik, der Quantenfeldtheorie, der Gravitation sowie der Radioökologie und des Strahlenschutzes. Abgerundet und ergänzt werden die Studienmöglichkeiten durch ein interdisziplinäres Wahlfach.

Das zentrale Element der **Forschungsphase** ist die Masterarbeit im Umfang von 30 Leistungspunkten. Dabei handelt es sich um eine selbstständige Forschungsarbeit zu einer aktuellen Fragestellung moderner Physik.

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	LP
Vertiefungs- und Schwerpunktphase	2 von 5 fortgeschrittenen Vertiefungsmodulen (je 5 LP): - Fortgeschrittene Festkörperphysik - Gravitationsphysik - Quantenoptik - Quantenfeldtheorie - Radioökologie und Strahlenschutz				10
	<i>entweder</i> Veranstaltungen aus der Physik zu mind. 27 LP <i>oder</i> Veranstaltungen aus der Physik zu 17 LP und Industriepraktikum zu 10 LP				27
	Seminar zu 3 LP				3
Schlüsselkompetenzen	Lehrveranstaltung aus dem Angebot des LLC, der LUIS, der ZQS oder der Fakultäten				4
Wahlpflichtfach	BWL, Chemie, Elektrotechnik, Geodäsie, Informatik, Mathematik, Maschinenbau, Meteorologie, Philosophie, VWL <i>andere Fächer sind auf Antrag möglich</i>				16
Masterarbeit				Masterarbeit Forschungspraktikum/ Projektplanung	60

4 Module der Physik Studiengänge

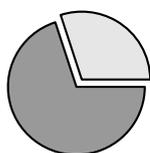
4.1 Bachelor Physik – Kernmodule

Analysis I + II (Analysis I and II)

Semesterlage	Wintersemester und Sommersemester
Verantwortlich	Elmar Schrohe, Institut für Analysis
Lehrveranstaltungen (SWS)	Analysis I (4+2 SWS) Analysis II (4+2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: jeweils die Übung zu Analysis I und zu Analysis II Prüfungsleistung: eine der Klausuren zu Analysis I oder zu Analysis II

Leistungspunkte (ECTS)

20



- 180 h Präsenzstudium
- 420 h Selbststudium

Kompetenzziel: Kompetenz im Umgang mit mathematischer Sprache. Grundlegendes Verständnis für die korrekte Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgaben in höherdimensionalen Räumen mit Hilfe von Konvergenzbetrachtungen, Differentiation und Integration. Sichere Beherrschung der entsprechenden Methoden und der mathematischen Beweistechniken. Aufgrund der Übung sind die Studierenden vertraut mit mathematisch exakten Formulierungen und Schlussweisen in einfachen Kontexten und fähig diese vorzutragen.

Inhalte: Analysis I

- Zahlbereiche, systematische Einführung reeller und komplexer Zahlen
- Folgen und Reihen
- Konvergenz und Stetigkeit
- Differentialrechnung für Funktionen in einer Variablen
- Integralrechnung für Funktionen in einer Variablen
- Funktionenfolgen, Potenzreihen

Analysis II

- Topologische Grundbegriffe wie metrische und normierte Räume, Konvergenz, Stetigkeit, Vollständigkeit, Kompaktheit
- Differentiation von Funktionen in mehreren Variablen, totale und partielle Differenzierbarkeit, Satz über Umkehrfunktionen und implizite Funktionen, lokale Extrema mit und ohne Nebenbedingungen
- Vektorfelder und Potentiale
- Kurvenintegrale
- gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz, Eindeutigkeit, elementare Lösungsmethoden

Grundlegende Literatur:

- H. Amann & J. Escher: Analysis I, Birkhäuser Verlag, 2002
 - O. Forster: Analysis 1, Vieweg+Teubner 2008
 - H. Amann & J. Escher: Analysis II, Birkhäuser Verlag, 1999
 - O. Forster: Analysis 2, Vieweg+Teubner, 2006
-

Vorkenntnisse Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)

Eingangsvoraussetzungen keine

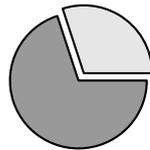
Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)

Lineare Algebra I (Linear Algebra I)

Semesterlage	Wintersemester
Verantwortlich	Stefan Schreieder, Institut für Algebraische Geometrie
Lehrveranstaltungen (SWS)	Lineare Algebra I (4+2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Klausur

Leistungspunkte (ECTS)

10



□ 90 h Präsenzstudium

■ 210 h Selbststudium

Kompetenzziel: Grundlegendes Verständnis für mathematische Denkweisen und ihre Anwendung auf verschiedene Probleme. Sicherer Umgang mit linearen Gleichungssystemen und den zugehörigen Lösungsmethoden und fundierte Kenntnisse der zugrundeliegenden algebraischen Strukturen. Ausdrucksfähigkeit in der Darstellung mathematischer Argumentationen und Kenntnis der dazu geeigneten Methoden.

Inhalte: Grundlegende Eigenschaften von Vektorräumen (Basis und Dimension)

- lineare Abbildungen und Matrizen
- Determinanten
- Lineare Gleichungssysteme mit Lösungsverfahren (Gauß-Algorithmus)
- Eigenwerte und Eigenvektoren
- Diagonalisierung

Grundlegende Literatur: G. Fischer, Lineare Algebra, Vieweg

Vorkenntnisse Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)

Eingangsvoraussetzungen keine

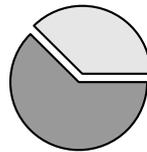
Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)

Mathematik für Physiker (Mathematics for Physicists)

Semesterlage	Wintersemester und Sommersemester
Verantwortlich	Elmar Schrohe, Institut für Analysis
Lehrveranstaltungen (SWS)	Mathematik für Physiker I (2 SWS) Mathematik für Physiker II (2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungsaufgaben zu beiden Übungen Prüfungsleistung: Klausur oder mündliche Prüfung nach Wahl des Dozenten (Prüfung zum Gesamtmodul wird jedes Semester angeboten)

Leistungspunkte (ECTS)

8



- 90 h Präsenzstudium
- 150 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für analytische Methoden insbesondere der Integrations- und Funktionentheorie. Sie haben die Fähigkeit selbstständig schwierige mathematische Argumentationen zu erarbeiten und eigenständig in der Übungsgruppe zu präsentieren. Die Studierenden haben die mathematische Struktur wichtiger Differentialgleichungen der Physik durchschaut und können geeignete Lösungsstrategien anwenden.

Inhalte:

- Lebesguesche Funktionenräume und Konvergenzsätze
- Differentialformen und Integralsätze
- Fourieranalysis
- Lineare partielle Differentialgleichungen
- Elemente der Funktionentheorie

Grundlegende Literatur: wird in der Vorlesung angegeben

Vorkenntnisse Analysis I+II

Eingangsvoraussetzungen keine

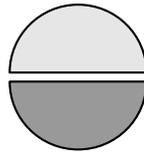
Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul) Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich-technischer Wahlbereich)

Grundpraktikum A (Fundamental practical course A)

Semesterlage	Sommersemester
Verantwortlich	Institute der Experimentalphysik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Grundpraktikum I: Grundlagen zur Messdatenanalyse
Veranstaltungstyp	Laborpraktikum
Leistungsnachweise	Studienleistung: Laborübungen

Leistungspunkte (ECTS)

4



- 60 h Präsenzstudium
- 60 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut. Sie kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit computergestützter Datenerfassung vertraut. Sie sind in der Lage Messergebnisse in tabellarischer und graphischer Form übersichtlich darzustellen. Das Erreichen der Kompetenzziele der Laborübung erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.

Inhalte: Mechanik

- Mögliche Praktikumsexperimente: Energiesatz beim Pendel, Schwingungen, gekoppelte Pendel, Kreisel, Ultraschall, Akustik, Maxwellrad

Thermodynamik

- Mögliche Praktikumsexperimente: Temperatur, ideales Gas, Viskosität, spezifische Wärme, Wasserdampf, Temperaturstrahlung, Stirlingmotor, kritischer Punkt, Gasdruckfelder/Spezifische Wärme

Elektrizität

- Mögliche Praktikumsexperimente: el. Widerstand, Schwingkreise, Transistor, Operationsverstärker, Kippschaltung, Rückkopplung, Membranmodell, Galvanometer, Oszilloskop, Rauschanalyse, Speicheroszilloskop

Grundlegende Literatur:

- Demtröder, Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik, Springer Verlag
- Gerthsen, Physik, Springer Verlag
- Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag
- Feynman, Lectures on Physics, Band 2; Addison-Wesley Verlag

Vorkenntnisse Mechanik und Wärme, Mathematische Methoden der Physik

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul) Bachelorstudiengang Meteorologie

■ (Kernmodul)

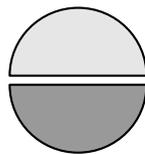
Grundpraktikum B

(Fundamental practical course B)

Semesterlage	Winter- und Sommersemester
Verantwortlich	Institute der Experimentalphysik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Grundpraktikum II: Physikalische Messmethoden – Elektronische Messtechnik Grundpraktikum III: Physikalische Messmethoden – Computergestützte Verfahren
Veranstaltungstyp	Laborpraktikum
Leistungsnachweise	Studienleistung: Laborübungen

Leistungspunkte (ECTS)

6



□ 90 h Präsenzstudium

■ 90 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit der Anpassung von Funktionen an Messdaten vertraut. Sie können angemessene Fehlerabschätzungen ausführen und beherrschen die Theorie der Fehlerfortpflanzung. Die Studierenden beherrschen die Bedienung der üblichen Messgeräte. Sie sind in der Lage Messergebnisse sauber und vollständig zu protokollieren und diese kritisch zu hinterfragen. Das Erreichen der Kompetenzziele der Laborübung erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.

Inhalte: mögliche Praktikumsexperimente

- Linsen, Mikroskop, Michelson Interferometer, Mach-Zehnder Interferometer, Interferenz/Kohärenz, Beugung, Polarisation, Faraday Effekt, Prisma, Gitter, Fotoeffekt, Absorptionsspektroskopie, Emissionsspektroskopie, Spektralapparat, Röntgenstrahlung

Grundlegende Literatur:

- Demtröder, Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik, Springer Verlag
- Gerthsen, Physik, Springer Verlag
- Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag
- Feynman, Lectures on Physics, Band 2; Addison-Wesley Verlag

Vorkenntnisse Mechanik und Wärme, Elektrizität und Relativität, Mathematische Methoden der Physik

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul) Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)

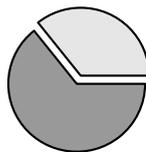
Mathematische Methoden der Physik

(Mathematical Methods of Physics)

Semesterlage	Wintersemester
Verantwortlich	L. Santos, Institut für Theoretische Physik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Mathematische Methoden der Physik (3+2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übung Prüfungsleistung: Klausur oder mündliche Prüfung nach Wahl des Dozenten

Leistungspunkte (ECTS)

7



- 75 h Präsenzstudium
- 135 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden kennen die mathematischen Größen zur Beschreibung physikalischer Theorien. Sie sind in der Lage einfache physikalische Problemstellungen mathematisch zu formulieren und mit analytischen Verfahren sowie numerischen, computergestützten Verfahren zu lösen

Inhalte:

- beschleunigte Koordinatensysteme: Scheinkräfte, Kinematik des starren Körpers
- Vektoren: Skalar- und Kreuzprodukt, Index- Schreibweise, Determinanten
- Raumkurven: Differenzieren, Kettenregel, Gradient, Frenet-Formeln
- gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsverfahren
- Newtonsche Mechanik eines Massenpunkts, Systeme von Massenpunkten
- Tensoren: Matrizen, Drehungen, Hauptachsentransformation, Trägheitstensor
- harmonische Schwingungen: Normalkoordinaten, Resonanz
- Funktionen: Umkehrfunktion, Potenzreihen, Taylorreihe, komplexe Zahlen
- Integration: ein- und mehrdimensional, Kurven- und Oberflächenintegrale
- eindimensionale Bewegung: Lösung mit Energiesatz
- krummlinige Koordinaten: Integrationsmaß, Substitution, Delta-Distribution
- Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme

Grundlegende Literatur:

- Feynman, Lectures on Physics, Band 1+2, Addison-Wesley Verlag
- Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik, Teubner 2000
- Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 1 - Klassische Mechanik, Springer

Vorkenntnisse Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul) Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)

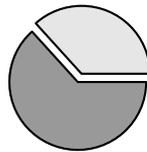
Klassische Felder und Teilchen

(Classical Fields and Particles)

Semesterlage	Sommersemester und Wintersemester
Verantwortlich	H. Frahm, Institut für Theoretische Physik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Theoretische Elektrodynamik (3 SWS + 2 SWS) Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie (4 SWS + 2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungsaufgaben oder Klausur zu jeder Vorlesung Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung

Leistungspunkte (ECTS)

15



- 165 h Präsenzstudium
- 285 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden kennen die mathematischen Größen zur Beschreibung physikalischer Theorien. Sie sind in der Lage einfache physikalische Problemstellungen mathematisch zu formulieren und mit analytischen Verfahren sowie numerischen, computergestützten Verfahren zu lösen. Die Studierenden haben die logische Struktur der Elektrodynamik, der klassischen Mechanik und der Speziellen Relativitätstheorie verstanden und kennen die mathematische Formulierung der Gesetzmäßigkeiten. Sie kennen prominente Beispiele dieser Gebiete und können diese aus den Grundgleichungen herleiten. Die Studierenden sind in der Lage analytische Lösungswege für ausgewählte Probleme zu finden sowie geeignete mathematische und physikalische Näherungen bei der Lösung zu machen.

Inhalte:

- Vektorfelder: Vektoranalysis, Integralsätze, Laplace-Operator
- Maxwell-Gleichungen: Integrale Form, Anfangs- und Randwerte, Grenzflächen
- Potentiale, Eichfreiheit, Vakuum-Lösung, Lösung mit Quellen, Retardierung
- lineare partielle Differentialgleichungen: Separation, Greensche Funktion
- Fourier-Analyse: Funktionenräume, Fourier-Reihen, Fourier-Transformation
- Elektrostatik: Randwertprobleme, Potentialtheorie, Multipol-Entwicklung
- Magnetostatik: fadenförmige Stromverteilungen, Feldenergie
- bewegte Punktladungen, Lienard-Wiechert-Potentialtheorie, Multipol-Entwicklung
- elektromagnetische Wellen: im Vakuum, Einfluss der Quellen, Abstrahlung
- Elektrodynamik in Medien
- Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme
- Lagrange-Mechanik: Zwangsbedingungen, Multiplikatoren, Lorentz-Kraft
- Variationsrechnung: Funktionalableitung, Extrema mit Nebenbedingungen
- Wirkungsprinzip, Noether-Theorem, Erhaltungssätze
- Dynamik des starren Körpers: Euler-Gleichungen, Kreisel, Präzession, Nutation
- Hamiltonsche Mechanik: Legendre-Transformation, kanonische Gl., Erhaltungssätze

- kanonische Transformationen: Phasenportrait, symplektische Struktur, Invarianten
- kovariante Formulierung von Maxwell & Lorentz, Lagrangedichte, Erhaltungssätze
- spezielle Relativität: Kinematik, Dynamik von Massenpunkten, Vierer Notation

Grundlegende Literatur:

- Landau-Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band I+II, Harri
 - J.D. Jackson, Klassische Elektrodynamik, Gruyter, Walter de GmbH
 - Römer & Forger, Elementare Feldtheorie, Wiley
 - Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 3 - Elektrodynamik, Springer
 - H. Goldstein, Poole & Safko, Classical Mechanics, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co
 - L.N. Hand and J. D. Finch, Analytical Mechanics, Cambridge University Press
 - Arnold, Classical Mechanics, Springer
-

Vorkenntnisse [Mathematische Methoden der Physik](#)

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)

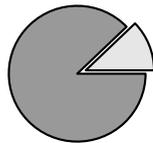
Quantentheorie und Statistische Physik

(Quantum Theorie and Statistical Physics)

Semesterlage	Sommersemester und Wintersemester
Verantwortlich	Institut für Theoretische Physik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Einführung in die Quantentheorie (4 SWS + 2 SWS) Statistische Physik (4 SWS + 2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungsaufgaben zu jeder Lehrveranstaltung Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung

Leistungspunkte (ECTS)

16



- 180 h Präsenzstudium
- 1300 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben einen Überblick über die Gebiete der Quantenmechanik und Statistische Physik. Sie verstehen diese Gebiete als Teilgebiete eines umfassenden physikalischen Theoriengebäudes. Die Studierenden beherrschen den mathematischen Apparat der Quantentheorie. Sie verstehen die physikalischen Konsequenzen der Quantentheorie und kennen den Zusammenhang zur klassischen Physik. Sie sind in der Lage den mathematischen Formalismus der Quantentheorie auf ausgewählte Probleme eigenständig anzuwenden. Sie sind mit störungstheoretischen Konzepten vertraut. Die Studierenden beherrschen die mathematische Beschreibung der Hauptsätze der Thermodynamik und der statistischen Physik. Sie sind in der Lage die Konzepte der Statistischen Physik auf die Gebiete der klassischen Physik wie auch der Quantentheorie anzuwenden. Sie kennen prominente Beispiele und können diverse mathematisch behandeln.

Inhalte: Quantentheorie

- Photonen als einfache Quantensysteme, Bewegung von Teilchen, Schrödingergleichung
- Hamilton-Formalismus: Postulate, Transformationen, Zeitentwicklungsbilder
- Einfache Systeme: Oszillator, Potentialschwelle, Potentialtopf, periodische Potential
- Drehimpuls: Symmetrien, Drehimpulsalgebra, Darstellung, Addition von Drehimpulsen, Spin
- Zentralpotential: Separation der Schrödinger-Gleichung, Coulomb-Potential
- Näherungsverfahren: zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie, Variationsverfahren, Semiklassik, Anwendungen
- Mehrteilchensysteme: identische Teilchen, Fock-Raum, Hartree-Fock, Moleküle, Quantenfeld

Statistische Physik

- Grundlegende Konzepte in der statistischen Mechanik: Wahrscheinlichkeitstheorie, statistische Ensembles, Zustandsstume, Dichtematrix, Entropie
- Ideale Gase: mehratomige Gase, Fermi-Gas, Bose-Gas, nichtwechselwirkende Spins, Quasiteilchen
- Phänomenologische Theorie (Thermodynamik): Hauptsätze der Thermodynamik. Wärmemaschinen, irreversible Prozesse, thermodynamische Potentiale und Relationen
- Wechselwirkende Systeme: Molekularfeldtheorie, Monte-Carlo Simulationen, Ising Modell, Perkolation, reale Gase, Phasenübergänge

- Nichtgleichgewichts-Statistik: Fluktuationen, Brownsche Bewegung, kinetische Gleichungen, Transport
-

Grundlegende Literatur:

- F. Schwabl, Quantenmechanik, Springer
 - J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Pearson
 - Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods, Springer
 - L.D. Landau, E.M. Lifshitz, Theoretische Physik, Bd V+VI , Harri
 - L.P. Kadanoff, Statistical Physics: Statics, Dynamics and Renormalization, World Scientific Pub Co
 - C. Kittel, H. Krömer, Thermodynamik, Oldenbourg
 - F. Schwabl, Statistische Physik, Springer
-

Vorkenntnisse Mathematische Methoden der Physik, Theoretische Elektrodynamik, Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie

Eingangsvoraussetzungen keine

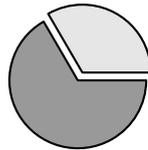
Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)

Physik präsentieren (Presenting Physics)

Semesterlage	Winter- und Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekanat
Lehrveranstaltungen (SWS)	Proseminar (2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Seminarleistung

Leistungspunkte (ECTS)

3



- 30 h Präsenzstudium
- 60 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden sind in der Lage sich unter Anleitung in ein vorgegebenes Thema einzuarbeiten. Sie können eigenständig Literatur recherchieren und einen Vortrag strukturieren und halten. Sie kennen gängige Präsentations- und Visualisierungstechniken. Die Studierenden beherrschen die deutsche Fachsprache in freier Rede. Das Erreichen der Kompetenzziele erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.

Inhalte:

- physikalische Themen (Auswahl aus einem vom Dozenten vorgegeben Themenfeld)
- Vorbereitung einer Präsentation
- Erfolgsfaktoren einer verständlichen Präsentation
- Visualisierungsmedien wirksam einsetzen
- Umgang mit Lampenfieber
- Wissenschaftliche Diskussion

Grundlegende Literatur: Wird zum jeweiligen Thema benannt

Vorkenntnisse In Absprache mit den Dozenten

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)

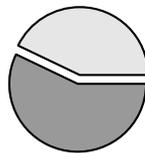
4.2 Bachelor Physik – Wahlpflichtbereich Experimentalphysik

Experimentalphysik (Experimental Physics)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in Physik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Mechanik und Wärme (4 SWS + 2 SWS) Elektrizität und Relativität (4 SWS + 2 SWS) Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene (4 SWS + 2 SWS) Kerne und Teilchen I (2 SWS + 1 SWS) Festkörperphysik I (2 SWS + 1 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungen zu allen Lehrveranstaltungen Prüfungsleistung: Mündliche Prüfungen über die Lehrveranstaltungen

Leistungspunkte (ECTS)

28



□ 360 h Präsenzstudium
■ 480 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden Bereiche der Experimentalphysik. Sie haben Parallelen und Querverbindungen der einzelnen Bereiche erkannt und können diese in einer wissenschaftlichen Diskussion darstellen. Die Studierenden haben eine Vorstellung von der Physik als Ganzes und ihren unterschiedlichen Ausprägungen auf verschiedenen Längen- und Energieskalen. Sie beherrschen den selbstständigen Wissenserwerb aus zum Teil englischen Fachbüchern.

Inhalte: Je nach Lehrveranstaltung

Grundlegende Literatur: Je nach Lehrveranstaltung

Vorkenntnisse Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)

Eingangsvoraussetzungen keine

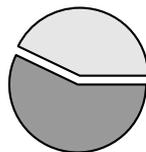
Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik Fächerübergreifender Bachelor Physik Bachelorstudiengang Nanotechnologie

Experimentalphysik Teil 1 (Experimental Physics Part 1)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in Physik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Mechanik und Wärme (4 SWS + 2 SWS) Elektrizität und Relativität (4 SWS + 2 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungen zu allen Lehrveranstaltungen Prüfungsleistung: Klausur oder Mündliche Prüfung über die Lehrveranstaltungen

Leistungspunkte (ECTS)

14



- 180 h Präsenzstudium
- 240 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden Bereiche Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik und Relativitätstheorie der Experimentalphysik. Sie haben Parallelen und Querverbindungen dieser Bereiche erkannt und können diese in einer wissenschaftlichen Diskussion darstellen.

Inhalte: Je nach Lehrveranstaltung

Grundlegende Literatur: Je nach Lehrveranstaltung

Vorkenntnisse Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)

Eingangsvoraussetzungen keine

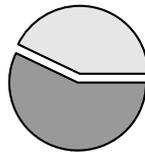
Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik Fächerübergreifender Bachelor Physik Bachelorstudiengang Nanotechnologie

Experimentalphysik Teil 2 (Experimental Physics Part 2)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in Physik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene (4 SWS + 2 SWS) Kerne und Teilchen (2 SWS + 1 SWS) Festkörperphysik I (2 SWS + 1 SWS)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungen zu allen Lehrveranstaltungen Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung über die Lehrveranstaltungen

Leistungspunkte (ECTS)

14



□ 180 h Präsenzstudium
■ 240 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden Bereiche der Experimentalphysik. Sie haben Parallelen und Querverbindungen der einzelnen Bereiche erkannt und können diese in einer wissenschaftlichen Diskussion darstellen. Die Studierenden haben eine Vorstellung von der Physik als Ganzes und ihren unterschiedlichen Ausprägungen auf verschiedenen Längen- und Energieskalen. Sie beherrschen den selbstständigen Wissenserwerb aus zum Teil englischen Fachbüchern.

Inhalte: Je nach Lehrveranstaltung

Grundlegende Literatur: Je nach Lehrveranstaltung

Vorkenntnisse Modul Experimentalphysik Teil 1

Eingangsvoraussetzungen Modul „Experimentalphysik Teil 1“

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik Fächerübergreifender Bachelor Physik Bachelorstudiengang Nanotechnologie

4.3 Bachelor Physik – Experimentalphysik Vertiefung

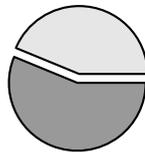
Vertiefungsbereich Experimentalphysik

(Specialization Area Experimental Physics)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Festkörperphysik II (3 SWS + 3 SWS + 2 SWS) Atom- und Molekülphysik (3SWS + 3SWS + 2SWS) Kohärente Optik (3 SWS + 1 SWS + 3 SWS)
Veranstaltungstyp	Laborpraktikum und Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungen und Laborpraktikum zu zwei Lehrveranstaltungen Prüfungsleistung: Mündliche Prüfungen über die zwei Lehrveranstaltungen

Leistungspunkte (ECTS)

16



□ 210 h Präsenzstudium

■ 270 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte zweier fortgeschrittener Gebiete der Physik. Sie kennen die Beziehungen der Gebiete zueinander und sind in der Lage Auswirkungen neuer Erkenntnisse eines Gebietes auf das jeweils andere aufzuzeigen.

Inhalte: Je nach Lehrveranstaltung

Grundlegende Literatur: Je nach Lehrveranstaltung

Vorkenntnisse

Eingangsvoraussetzungen abgeschlossenes Modul Experimentalphysik bzw. Experimentalphysik Teil 1 und Experimentalphysik Teil 2

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik

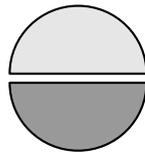
Moderne Aspekte der Physik

(Modern Aspects of Physics)

Semesterlage	Wintersemester und Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Auswahl von Lehrveranstaltungen im Umfang von mind. 12 LP gemäß Vorlesungsverzeichnis bzw. nach Lehrveranstaltungskatalog (s.u.)
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: gemäß der Prüfungsordnung Prüfungsleistung: mündliche Prüfung

Leistungspunkte (ECTS)

12



□ 240 h Präsenzstudium

■ 240 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Spezialgebieten der Physik. Sie sind in der Lage neu erworbenes Wissen in das logische Gedankengebäude der Physik einzuordnen. Die Studierenden sind in der Lage englischsprachige Fachliteratur zu verstehen.

Inhalte:

- Weiterführende Veranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden.
- Die Prüfungsleistung erstreckt sich über Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 4 LP nach Wahl der Studierenden.

Grundlegende Literatur: Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Vorkenntnisse Grundvorlesungen der Physik

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (physikalische Wahlmodul)

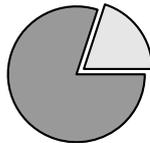
Schlüsselkompetenzen (Bachelor)

(Key Skills (Bachelor))

Semesterlage	Winter- und Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: gemäß der Prüfungsordnung

Leistungspunkte (ECTS)

4



- 30 h Präsenzstudium
- 120 h Selbststudium

Kompetenzziel: Sie erlernen und beherrschen exemplarische Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung

Inhalte: Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung

Grundlegende Literatur: Wird in der Lehrveranstaltung angegeben

Vorkenntnisse Keine

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik

4.4 Master Physik – Fortgeschrittene Vertiefung

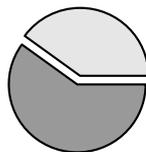
Fortgeschrittene Festkörperphysik

(Advanced Solid-State Physics)

Semesterlage	Wintersemester
Verantwortlich	Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Fortgeschrittene Festkörperphysik
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Kurztests und/oder Übungsaufgaben Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten

Leistungspunkte (ECTS)

5



□ 60 h Präsenzstudium

■ 90 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Modelle und experimenteller Befunde auf dem Gebiet der Festkörperphysik. Sie können ausgewählte Phänomene eigenständig einordnen und geeignete Modelle zu ihrer Erläuterung entwickeln. Sie kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von den aktuellen ungelösten Fragestellungen. Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.

Inhalte:

- Supraleitung
- Dia- und Paramagnetismus
- Ferro- und Antiferromagnetismus
- Magnetische Resonanz
- endliche Festkörper
- Physik in einer und zwei Dimensionen, an Oberflächen und Grenzflächen
- Unordnung im Festkörper

Grundlegende Literatur:

- Ashcroft, Mermin, Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag
- Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag

Vorkenntnisse Festkörperphysik I, Festkörperphysik II

Eingangsvoraussetzungen keine

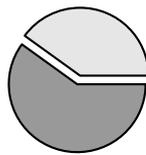
Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)

Gravitationsphysik (Gravitational Physics)

Semesterlage	Sommersemester
Verantwortlich	B. Willke, Institut für Gravitationsphysik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Gravitationsphysik
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungsaufgaben Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten

Leistungspunkte (ECTS)

5



- 60 h Präsenzstudium
- 90 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Fortgeschrittenen Gravitationsphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.

Inhalte:

- Allgemeine Relativitätstheorie
- Äquivalenzprinzip, Lense-Thirring-Effekt
- Kosmologie
- Astrophysik
- Quellen und Ausbreitung von Gravitationswellen
- Grundlagen der laserinterferometrischen Gravitationswellendetektion
- Rauschquellen in Laserinterferometern
- Seismische Isolation
- Mechanische Güte und thermisches Rauschen
- Quantenrauschen in Interferometern
- Interferometer-Recycling Techniken

Grundlegende Literatur: wird in der Vorlesung angegeben

Vorkenntnisse Spezielle Relativitätstheorie (Grundlagen), [Kohärente Optik](#)

Eingangsvoraussetzungen keine

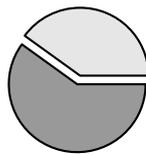
Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)

Quantenfeldtheorie (Quantum Field Theory)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Olaf Lechtenfeld, Institut für Theoretische Physik
Lehrveranstaltungen (SWS)	Quantenfeldtheorie
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungsaufgaben Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten

Leistungspunkte (ECTS)

5



- 60 h Präsenzstudium
- 90 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben ein vertieftes, formales Verständnis der Quantenfeldtheorie und können deren mathematisch-quantitative Beschreibungsmethoden eigenständig anwenden. Sie sind in der Lage die physikalischen Inhalte der mathematischen Modelle abzuleiten und in den Kontext bekannter Theorien einzuordnen. Die Studierenden sind mit den mathematischen Techniken vertraut und kennen analytische und numerische Verfahren, die zur Lösung von Problemen des Gebietes eingesetzt werden können.

Inhalte:

- Klassische Feldtheorie
- Kanonische Feldquantisierung (skalares Feld, Dirac-Feld, Vektorfeld)
- Störungsrechnung und Feynman-Regeln
- Pfadintegral-Quantisierung (Quantenmechanik, skalares Feld, kohärente Zustände)
- Renormierung (Regularisierung, Renormierung, effektive Wirkung)
- Quantisierung von Eichfeldern (QED, Yang-Mills)
- Endliche Temperaturen & Statistische Mechanik

Grundlegende Literatur:

- M.E. Peskin & D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Westview Press
- L. H. Ryder, Quantum Field Theory, Cambridge University Press
- S. Weinberg, The Quantum Theory of Fields, Vols. I&II, Cambridge University Press
- D.J. Amit, Field Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena, World Scientific Publishing Company
- J. Cardy, Scaling and Renormalization in Statistical Physics, Cambridge University Press
- J. Zinn-Justin, Quantum Field Theory and Critical Phenomena, Oxford University Press

Vorkenntnisse Fortgeschrittene Quantentheorie

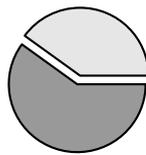
Eingangsvoraussetzungen keine

Quantenoptik (Quantum Optics)

Semesterlage	Wintersemester
Verantwortlich	Piet Schmidt, Tanja Mehlstäubler
Lehrveranstaltungen (SWS)	Quantenoptik
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Schriftliche oder mündliche Prüfung nach Wahl des Dozenten

Leistungspunkte (ECTS)

5



- 60 h Präsenzstudium
- 90 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Quantenoptik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.

Inhalte:

- Quantisierung des EM-Feldes & Kohärente- und Fock-Zustände, Quadratur-Operatoren
- Spontane Emission, Lamb shift, Casimir-Effekt
- Heisenbergsche Unschärfe Relation, Photonenstatistik, Quantenrauschen
- Nichtklassisches Licht: Strahlteiler, Interferometrie, Erzeugung und Charakterisierung
- Anwendungen: Quantensensorik mit Licht, optische Tests der Quantenmechanik, Quantenkommunikation
- Atom-Feld-Wechselwirkung mit kohärenten Feldern, Rabi Modell, optische Blochgleichungen, Jaynes-Cummings Modell
- Resonanzfluoreszenz, Laserkühlen, optische Fallen, kohärenten Manipulation von Atomen
- Experimente der modernen Quantenoptik

Grundlegende Literatur:

- Gerry/Knight, Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press
- Mandel/Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press
- Bachor/Ralph, A Guide to experiments in Quantum Optics, Wiley-VCH
- Schleich, Quantum Optics in Phase space, Wiley-VCH

Vorkenntnisse Kohärente Optik, Einführung in die Quantentheorie

Eingangsvoraussetzungen

Modulverwendbarkeit Master Physik – Fortgeschrittenes Vertiefungsmodul

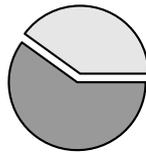
Strahlenschutz und Radioökologie

(Radiation Protection and Radioecology)

Semesterlage	Wintersemester
Verantwortlich	Clemens Walther, Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
Lehrveranstaltungen (SWS)	Strahlenschutz und Radioökologie (Vorlesung) Seminar Strahlenschutz und Radioökologie
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung, Seminar
Leistungsnachweise	Studienleistung: Wird im Seminar erbracht Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung

Leistungspunkte (ECTS)

5



□ 60 h Präsenzstudium
■ 90 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Strahlenphysik, des Strahlenschutzes und der Radioökologie und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden.

Inhalte: Die Vorlesung behandelt ionisierende Strahlung, den radioaktiven Zerfall, die Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Strahlenmessverfahren, Dosimetrie, biologische Strahlenwirkungen, Einwirkung von radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung auf den Menschen, Belastungspfade, radioökologische Modellierung, der Wege radioaktiver Stoffe zum Menschen, natürliche Strahlenbelastung, zivilisatorische Strahlenbelastung, Abschätzung von Strahlenrisiken, Strahlendosis und Strahlenrisiko, Dosiswirkungsbeziehungen, Konzept der Kollektivdosis, Strahlenschutzgrundsätze, Nicht ionisierende Strahlung und Strahlenschutz beim Fliegen und in der Raumfahrt

Das Seminar behandelt ausgewählte Themen zu Ausbreitung von Radionukliden in der Umwelt, Radioökologische Fragestellungen, Strahlenschutz, Anwendung von Strahlung in der Medizin bzw. die Radionuklidproduktion. Um das Mastermodul Strahlenschutz und Radioökologie belegen zu können, müssen Sie folgendes tun.

a). Nehmen Sie am Donnerstagsseminar teil (hyperref[veranstaltung:Seminar Strahlenschutz und Radioökologie]Seminar Strahlenschutz und Radioökologie

b). **AND** besuchen Sie **eine der folgenden** Vorlesungen

a. Strahlenschutz und Radioökologie; Clemens Walther (Mo 10:15) ([Seminar Strahlenschutz und Radioökologie](#))

b. [Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden](#); Sergiy Dubchak (Di 16:00)

Für SL müssen Sie das Seminar und eine der Vorlesungen besuchen. Für PL müssen Sie einen Vortrag im Seminar halten und nach dem Vortrag Fragen beantworten (mündliche Prüfung), die Themen aus dem Seminar und der Vorlesung kombinieren.

Grundlegende Literatur: Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben

Vorkenntnisse [Kerne und Teilchen](#)

Eingangsvoraussetzungen

Modulverwendbarkeit Master Physik – Fortgeschrittenes Vertiefungsmodul

4.5 Master Physik - Schwerpunktphase

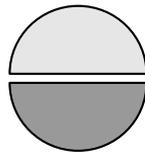
Ausgewählte Themen moderner Physik A

(Selected Topics in Modern Physics A)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 27 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis.
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: gemäß §6 der Prüfungsordnung Prüfungsleistung: mündliche Prüfung

Leistungspunkte (ECTS)

27



□ 1 h Präsenzstudium

■ 1 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben einen breiten Überblick über das Themenspektrum moderner Physik und können dieses Wissen in das Gesamtgebäude der Physik einordnen. Sie haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Physik eingearbeitet und sind in der Lage darauf aufbauend in einer Forschungsgruppe auf diesem Gebiet zu beginnen.

Inhalte:

- Fortgeschrittene Lehrveranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden
- Die Prüfung erstreckt sich über thematisch zusammenhängende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 12 LP.

Grundlegende Literatur: Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben

Vorkenntnisse Gemäß Lehrveranstaltungskatalog

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik (Schwerpunktphase)

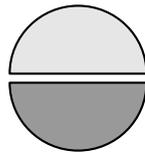
Ausgewählte Themen moderner Physik B

(Selected Topics in Modern Physics B)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 17 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis.
Veranstaltungstyp	Vorlesung mit Übung
Leistungsnachweise	Studienleistung: gemäß §6 der Prüfungsordnung Prüfungsleistung: mündliche Prüfung

Leistungspunkte (ECTS)

17



□ 1 h Präsenzstudium

■ 1 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben einen breiten Überblick über das Themenspektrum moderner Physik und können dieses Wissen in das Gesamtgebäude der Physik einordnen. Sie haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Physik eingearbeitet und sind in der Lage darauf aufbauend in einer Forschungsgruppe auf diesem Gebiet zu beginnen.

Inhalte:

- Fortgeschrittene Lehrveranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden
- Die Prüfung erstreckt sich über thematisch zusammenhängende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 12 LP.

Grundlegende Literatur: Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben

Vorkenntnisse Gemäß Lehrveranstaltungskatalog

Eingangsvoraussetzungen Ist zusammen mit dem Modul Industriepraktikum zu wählen

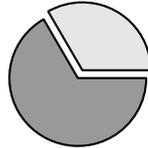
Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik (Schwerpunktsphase)

Seminar

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Seminar
Veranstaltungstyp	Seminar
Leistungsnachweise	Prüfungsleistung: Seminarleistung

Leistungspunkte (ECTS)

3



□ 30 h Präsenzstudium
■ 60 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z.T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbstständig Literatur zu recherchieren. Die Studierenden sind in der Lage, sich ein aktuelles Wissensgebiet selbstständig zu erarbeiten. Die Studierenden können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Physik strukturieren und halten, das ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann. Durch die Gestaltung des Vortrags können sie die Zuhörer auch für ein komplexes Spezialthema interessieren. Die Studierenden sind in der Lage eine ansprechende Präsentation zu erstellen. (PowerPoint o.ä.). Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer). Die Studierenden beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede.

Das Erreichen der Kompetenzziele erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.

Inhalte: Fortgeschrittene Themen der Physik

Grundlegende Literatur: Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben

Vorkenntnisse

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik (Schwerpunktsphase)

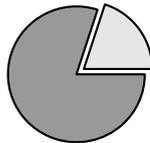
Schlüsselkompetenzen (Master)

(Key Skills (Master))

Semesterlage	Winter- und Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.
Veranstaltungstyp	Verschiedene
Leistungsnachweise	Studienleistung: gemäß §6 der Prüfungsordnung

Leistungspunkte (ECTS)

4



□ 30 h Präsenzstudium
■ 120 h Selbststudium

Kompetenzziel: Sie erlernen und beherrschen exemplarische Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung

Inhalte: Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung

Grundlegende Literatur: Wird in der Lehrveranstaltung angegeben

Vorkenntnisse Keine

Eingangsvoraussetzungen keine

Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik Studierende des englischen Zweiges des MA Physik absolvieren in Abhängigkeit vom Resultat der verpflichtenden Beratung Sprachkurse in Deutsch in einem Umfang von bis zu 16 LP in diesem Modul. Für alle anderen Studierenden umfasst dieses Modul 4 LP

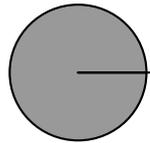
Industriepraktikum (Industrial Internship)

Semesterlage	Wintersemester oder Sommersemester
Verantwortlich	Praktikumsbeauftragte/r
Lehrveranstaltungen (SWS)	-

Veranstaltungstyp	Praktikum
Leistungsnachweise	Studienleistung: Praktikumsbericht

Leistungspunkte (ECTS)

10



- 0 h Präsenzstudium
- 300 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden kennen typische Aufgabenfeldern und Tätigkeitsbereiche von Absolventen und Absolventinnen der Physik in der beruflichen Praxis. Sie können sich in ein Arbeitsumfeld mit Wissenschaftlern und Ingenieuren angrenzender Fachgebiete eingliedern und im Team aktiv einbringen. Sie kennen exemplarisch die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in einem industriellen Prozess und verstehen die Aufgabenstellung die hierbei auftreten.

Inhalte:

- Praktikum in einem Industriebetrieb. Universitäre Institute sind ausgeschlossen, in Ausnahmefällen kann das Praktikum auch in einer außeruniversitären Forschungseinrichtung stattfinden.
- Das Praktikum soll in einem typischen Berufsfeld eines Physikers / einer Physikerin abgeleistet werden.
- Im Rahmen des Praktikums soll möglichst ein definiertes (kleines) Projekt bearbeitet werden.
- Die Länge beträgt mindestens acht Wochen

Grundlegende Literatur: Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben

Vorkenntnisse

Eingangsvoraussetzungen Das Praktikum ist vorab genehmigungspflichtig durch den/die Vorsitzende/n des Prüfungsausschusses.

Modulverwendbarkeit Master Studiengang Physik (Modul Ausgewählte Themen moderner Physik B)

4.6 Abschlussarbeiten und Forschungsphase

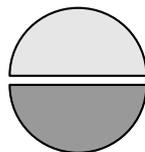
Bachelorprojekt

(Bachelor Project)

Semesterlage	Beginn ganzjährig möglich
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Projekt Bachelorarbeit Seminar Arbeitsgruppenseminar
Veranstaltungstyp	Seminar und Abschlussarbeit
Leistungsnachweise	Prüfungsleistung: Bachelorarbeit Studienleistung: Seminarleistung

Leistungspunkte (ECTS)

15



□ 450 h Präsenzstudium

■ 450 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden haben die Fähigkeit zur selbständigen Einarbeitung in ein Forschungsthema. Sie können sich eigenständig Wissen aus z.T. englischsprachigen Büchern und Fachzeitschriften aneignen. Sie sind zu einer realistischen Planung, Zeiteinteilung und Durchführung eines wissenschaftlichen Projekts nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung befähigt. Sie sind in der Lage einen Text gemäß wissenschaftlicher Standards zu schreiben. Sie können ein wissenschaftliches Thema unter Einsatz geeigneter Medien präsentieren und sie sind zur wissenschaftlichen Diskussion der eigenen Arbeit mit Mitstudierenden und Lehrenden fähig. Sie beherrschen die deutsche und z.T. englische Fachsprache in Wort und Schrift. Prüfungsverfahren

Inhalte:

- Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten
- Selbstständige Projektarbeit unter Anleitung
- Wissenschaftliches Schreiben
- Präsentationstechniken
- Wissenschaftlicher Vortrag
- Diskussionsführung

Grundlegende Literatur:

- Aktuelle Literatur zum Thema der Bachelorarbeit
- Stickel-Wolf, Wolf, Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken, 2004, ISBN: 3-409-31826-7
- Walter Krämer, Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?, 1999, ISBN: 3-593-36268-6, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47
- Abacus communications, The language of presentations, CDROM Lehr- und Trainingsmaterial
- Alley, The Craft of Scientific Presentation, Springer
- Day, How to write & publish a scientific paper. Cambridge University Press.

Vorkenntnisse Kernmodul des jeweiligen Bachelorstudiengangs

Eingangsvoraussetzungen Abgeschlossenes Modul Mathematik für Physiker und abgeschlossenes Modul Experimentalphysik bzw. Teil 1 und Teil 2 sowie abgeschlossenes Modul Klassische Felder und Teilchen.

Modulverwendbarkeit Bachelorstudiengang Physik (Modul Bachelorprojekt)

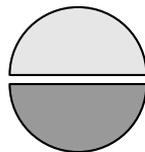
Forschungspraktikum /Projektplanung

(Research internship / Project Planning)

Semesterlage	Winter- und Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	Praktikum Forschungspraktikum Projekt Projektplanung für die Masterarbeit Seminar Arbeitsgruppenseminar
Veranstaltungstyp	Seminar
Leistungsnachweise	Studienleistung: Seminarleistung Prüfungsleistung: Vortrag

Leistungspunkte (ECTS)

30



□ 900 h Präsenzstudium

■ 900 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden sind in der Lage, sich in die Messmethoden oder theoretischen Konzepte eines Forschungsgebietes einzuarbeiten. Sie können sich einen Überblick über die Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen. Die Studierenden sind befähigt in einem (international zusammengesetzten) Team zu arbeiten und problemlos auf Deutsch und Englisch zu kommunizieren. Die Studierenden haben sich soziale Kompetenzen angeeignet, die sie befähigen, sich in ein Forschungs- oder Entwicklungsteam einzugliedern. Sie können selbstständig wissenschaftlich arbeiten und komplexe Projekte planen. Die Studierenden können eigenständig recherchieren und sich einen Überblick über die z.T. englischsprachige Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen. Die Studierenden können sich einen Überblick über die Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen. Sie sind in der Lage einen wissenschaftlichen Vortrag zu halten und ihr eigenes Forschungsprojekt im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft darzustellen.

Inhalte:

- Literaturrecherche
- Einarbeitung in theoretische Verfahren bzw. experimentelle Verfahren
- Diskussion von Problemstellungen aktueller Forschung im Arbeitsgruppenseminar
- Definition einer wissenschaftlichen Problemstellung
- Methoden des Projektmanagements
- Erstellung, Vorstellung und Diskussion eines Projektplans

Grundlegende Literatur:

- Aktuelle Literatur zum jeweiligen Forschungsbereich
- Abacus communications, The language of presentations, CDROM Lehr- und Trainingsmaterial
- Alley, The Craft of Scientific Presentation, Springer
- Stickel-Wolf, Wolf, Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken, ISBN: 3-409-31826-7, Gabler Verlag
- Steinle, Bruch, Lawa, (Hrsg.), Projektmanagement: Instrument moderner Dienstleistung, 1995, ISBN 3-929368-27-7, FAZ
- Little, (Hrsg.), Management der Hochleistungsorganisation, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1990

Vorkenntnisse Fortgeschrittene Vertiefungsmodule des jeweiligen Masterstudiengangs

Eingangsvoraussetzungen keine

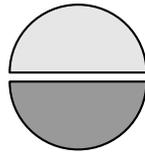
Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik (Module der Forschungsphase)

Masterarbeit (Master Thesis)

Semesterlage	Winter- und Sommersemester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Lehrveranstaltungen (SWS)	-
Veranstaltungstyp	Abschlussarbeit
Leistungsnachweise	Prüfungsleistung: Masterarbeit

Leistungspunkte (ECTS)

30



- 900 h Präsenzstudium
- 900 h Selbststudium

Kompetenzziel: Die Studierenden können sich selbstständig in ein Forschungsprojekt einarbeiten. Sie sind in der Lage unter Anleitung wissenschaftliche Projekte zu strukturieren, vorzubereiten und durchzuführen. Sie verschaffen sich einen Überblick über die aktuelle Literatur und analysieren und lösen komplexe Probleme. Die Studierenden können kritische Diskussionen über eigene und fremde Forschungsergebnisse führen und konstruktiv mit Fragen und Kritik umgehen. Die Studierenden beherrschen die deutsche und englische Fachsprache. Sie sind in der Lage einen wissenschaftlichen Vortrag zu halten und ihre eigenen Ergebnisse im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft darzustellen. Prüfungsverfahren

Inhalte:

- Selbstständige Bearbeitung einer aktuellen wissenschaftlichen Problemstellung in einem internationalen Forschungsumfeld
- Schriftliche Dokumentation und mündliche Präsentation des Forschungsprojekts und der Ergebnisse
- Wissenschaftliche Diskussion der Ergebnisse

Grundlegende Literatur:

- Aktuelle Literatur zur jeweiligen wissenschaftlichen Problemstellung
- Day, How to write & publish a scientific paper. Cambridge University Press
- Walter Krämer, Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?, 1999, ISBN: 3-593-36268-6, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47.

Vorkenntnisse

Eingangsvoraussetzungen mind. 40 Leistungspunkte

Modulverwendbarkeit Masterstudiengang Physik

5 Lehrveranstaltungen

5.1 Veranstaltungen der Institute der Experimentalphysik

Mechanik und Wärme

(Mechanics and Heat)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	7	SWS:	4+2
Regelmäßigkeit:	Wintersemester		

Inhalte:

- Mechanik eines Massepunktes
- Newtonsche Axiome
- Arbeit, Energie und Potential
- Harmonischer Oszillator
- Systeme von Massepunkten, Stöße, Impulserhaltung
- Drehbewegung, Dynamik starrer, ausgedehnter Körper
- Bezugssysteme, Scheinkräfte
- Das $1/r^2$ -Gesetz, Gravitation, Keplersche Gesetze
- Mechanische Schwingungen und Wellen
- Reale feste und flüssige Körper, Oberflächenspannung, Reibung
- Strömende Flüssigkeiten und Gase, Bernoullische Gleichung
- Temperatur, ideales Gas, Wärmekapazität, Freiheitsgrade
- Transportvorgänge, Diffusion, Wärmeleitung
- Umwandlung von Energie, Hauptsätze, Zustandsänderungen, Kreisprozesse, Wärmekraftmaschinen, Entropie

Grundlegende Literatur:

- Demtröder, Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme, Springer Verlag
- Feynman, Lectures on Physics, Band 1; Addison-Wesley Verlag
- Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag
- Gerthsen, Physik, Springer Verlag

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Experimentalphysik (Bachelor Physik), Experimentalphysik Teil 1 (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Institute der Experimentalphysik

Elektrizität und Relativität

(Electricity and Relativity)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	7	SWS:	4+2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Elektrostatik, Coulomb-Gesetz, Multipole, Gauß-Satz, Kondensatoren
- Der elektrische Strom, Ohm'sches Gesetz, Kirchhoff'sche Regeln, Stokes-Satz, Ladungserhaltung
- Statische Magnetfelder, Biot-Savart-Gesetz, Permanentmagnete, Lorentz-Kraft, stationäre Maxwell-Gleichungen, Hall-Effekt
- Zeitlich veränderliche Felder, Induktion, Lenz'sche Regel, Wechselstrom, dynamische Maxwell-Gleichungen
- Magnetische und elektrische Eigenschaften von Materie, Maxwell-Gleichungen in Materie
- Elektromagnetische Schwingungen und die Entstehung elektromagnetischer Wellen, Energie des e.m. Feldes, Schwingkreise, Hertz'scher Dipol
- Elektromagnetische Wellen
- Wellen im Vakuum, Wellengleichung, Lichtgeschwindigkeit
- Elektromagnetische Wellen in Materie, Brechungsindex, Absorption, Dispersion
- Bewegte Bezugssysteme, Spezielle Relativitätstheorie, Michelson-Morley, Lorentz-Transformation, Doppler-Effekt, Addition von Geschwindigkeiten

Grundlegende Literatur:

- Demtröder, Experimentalphysik 2, Mechanik und Wärme, Springer Verlag
- Feynman, Lectures on Physics, Band 2; Addison-Wesley Verlag
- Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag
- Gerthsen, Physik, Springer Verlag

Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik und Wärme, Mathematische Methoden der Physik

Modulzugehörigkeit: Experimentalphysik (Bachelor Physik), Experimentalphysik Teil 1 (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Institute der Experimentalphysik

Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene

(Optics, Atomic Physics, Quantum Phenomena)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 7
Sprache: keine Angabe
SWS: 4+2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Geometrische Optik
- Komplexer Brechungsindex
- Optik an Grenzflächen
- Linsen und einfache optische Instrumente, Photometrie
- Polarisation, Doppelbrechung, optische Aktivität Interferenz, Beugung, Streuung
- Gauß'sche Optik, Resonatoren, Laser
- Schwarzkörperstrahlung, Photoeffekt, Compton-Effekt, Welle-Teilchen-Dualismus
- Wellenfunktion im Kastenpotential, Materiewellen, Schrödingergleichung, Tunneleffekt, Wasserstoffatom
- Die Struktur von Atomen, Bohr'sches Atommodell, Quantenzahlen, Pauli-Prinzip, Spin, Zeeman-Effekt, Feinstruktur, Spin-Bahn-Kopplung
- Auswahlregeln, Röntgenspektren, atomare Einheiten
- Atome mit mehreren Elektronen, Aufbau des Periodensystems
- Moleküle: chemische Bindung, Molekülpotential, Molekülorbitale, Vibration, Rotation, Franck-Condon-Prinzip

Grundlegende Literatur:

- Demtröder Experimentalphysik 2 und 3, Springer Verlag
- Berkeley Physikkurs
- Bergmann/Schäfer
- Haken, Wolf, Atom- und Quantenphysik, Springer Verlag

Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik und Wärme, Elektrizität und Relativität

Modulzugehörigkeit: Experimentalphysik (Bachelor Physik), Experimentalphysik Teil 2 (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Institute der Experimentalphysik

Kerne und Teilchen

(Nuclei and Particles)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 3.5
(ECTS)

Sprache: keine Angabe

SWS: 2+1

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Begriffe Energien bei Kernen, Wirkungsquerschnitt, Schrödingergleichung, Heisenberg
- Radioaktiver Zerfall, Nuklidkarte, Kerneigenschaften Teilcheneigenschaften
- Starke KK, Bindungsenergie, Tröpfchenmodell
- alpha Zerfall inkl. Gamov
- Kernkräfte, Schalenmodell
- gamma Zerfall inkl. Übergänge
- schwache WW
- beta Zerfall inkl. Fermi Theorie
- Neutronen, Moderation, Spaltung
- Kernreaktionen, kollektive Anregungen, Compound Kern
- Fusion
- Das Standardmodell: Hadronen, Leptonen, Bosonen

Grundlegende Literatur:

- Wolfgang Demtröder Experimentalphysik 4: Kern-, Teilchen- und Astrophysik, Springer Verlag
- T. Mayer-Kuckuk, Kernphysik, Teubner Studienbücher Physik
- Bergmann/Schäfer
- J.V. Kratz, K.H. Lieser, Nuclear and Radiochemistry, WileyVCH, Weinheim, 2013
-

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Experimentalphysik (Bachelor Physik), Experimentalphysik Teil 2 (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Institute der Experimentalphysik

Festkörperphysik I

(Solid-State Physics I)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	3.5	SWS:	2+1

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Kristalle und Kristallstrukturen
- Bindungskräfte in Festkörpern
- Beugung und Streuung an Kristallstrukturen
- Gitterschwingungen, Quantisierung, Phononen
- Thermische Eigenschaften von Festkörpern
- Freies Elektronengas

Grundlegende Literatur:

- R. Gross und A. Marx, „Festkörperphysik“, De Gruyter
- K. Kopitzki und P. Herzog, „Einführung in die Festkörperphysik“, SpringerSpektrum
- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, „Solid State Physics“, Oldenbourg
- C. Kittel, „Introduction to Solid State Physics“, Wiley

Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik und Wärme, Elektrizität und Relativität, Optik, Atome, Molekül, Quantenphänomene

Modulzugehörigkeit: Experimentalphysik (Bachelor Physik), Experimentalphysik Teil 2 (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Institut für Festkörperphysik

Festkörperphysik II

(Solid-State Physics II)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung und Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)		SWS:	3+2+3
Regelmäßigkeit:	Wintersemester		

Inhalte:

- Elektrischer Transport
- Energiebänder
- Dynamik und Kristallelektronen
- Halbleiter
- Dielektrische Eigenschaften

Grundlegende Literatur:

- R. Gross und A. Marx, „Festkörperphysik“, De Gruyter
- K. Kopitzki und P Herzog, „Einführung in die Festkörperphysik“, SpringerSpektrum
- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, „Solid State Physics“, Oldenbourg
- C. Kittel, „Introduction to Solid State Physics“, Wiley

Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik und Wärme , [Elektrizität und Relativität](#), Optik, Atome, Molekül, Quantenphänomene, [Festkörperphysik I](#)

Modulzugehörigkeit: [Vertiefungsbereich Experimentalphysik](#).

Verantwortlich: Michael Oestreich, Institut für Festkörperphysik

Atom- und Molekülphysik

(Atomic and Molecular Physics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung und Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)		SWS:	3 + 1 + 2
Regelmäßigkeit:	Wintersemester		

Inhalte:

- Zusammenfassung H-Atom
- Atome in statischen elektrischen und magnetischen Feldern
- Fein-/Hyperfeinstrukturen atomarer Zustände
- Wechselwirkung mit dem EM Strahlungsfeld
- Mehrelektronensysteme
- Atomspektren/Spektroskopie
- Vibration und Rotation von Molekülen
- Dissoziation und Ionisation von Molekülen
- Ausgewählte Experimente der modernen Atom- und Molekülphysik

Grundlegende Literatur:

- T. Mayer-Kuckuck, Atomphysik, Teubner, 1994
- B. Bransden, C. Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Longman 1983
- H. Haken, H. Wolf, Atom- und Quantenphysik sowie Molekülphysik und Quantenchemie, Springer
- R. Loudon, The Quantum Theory of Light, OUP, 1973
- W. Demtröder, Molekülphysik, Oldenbourg, 2003 ISBN: 3486249746

Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Quantentheorie, Theoretische Physik C, Mechanik und Wärme, Elektrizität und Relativität, Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene

Modulzugehörigkeit: Vertiefungsbereich Experimentalphysik.

Verantwortlich: Christian Ospelkaus, Institut für Quantenoptik

Kohärente Optik

(Coherent Optics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung und Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)		SWS:	3+1+3
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Maxwellgleichungen und EM Wellen
- Wellenoptik, Matrixoptik (ABCD, Jones, Müller, Streu, Transfer...)
- Beugungstheorie, Fourieroptik
- Resonatoren, Moden
- Licht-Materie-Wechselwirkung (klassisch / halbklassisch, Bloch-Modell)
- Ratengleichungen, Laserdynamik
- Lasertypen, Laserkomponenten, Laseranwendungen
- Modengekoppelte Laser
- Einmodenlaser
- Laserrauschen/-stabilisierung
- Laserinterferometrie
- Modulationsfelder und Homodyndetektion
-

Grundlegende Literatur:

- Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner Verlag
- Menzel, Photonik, Springer
- Born/Wolf Principles of Optics, Pergamon Press
- Kneubühl/Sigrist, Laser Teubner
- Reider, Photonik, Springer
- Yariv, Hecht, Siegmann
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik und Wärme, Elektrizität und Relativität, Optik, Atome, Moleküle Quantenphänomene, Kerne und Teilchen

Modulzugehörigkeit: Vertiefungsbereich Experimentalphysik.

Verantwortlich: Piet Schmidt, Ernst Maria Rasel, Institut für Quantenoptik

5.2 Veranstaltungen des Institut für Theoretische Physik

Fortgeschrittene Quantentheorie

(Advanced Quantum Theory)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	5	SWS:	3+1
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Vielteilchensysteme: Identische Teilchen, Fock-Raum, Feldquantisierung
- Offene Quantensysteme: Dichtematrix, Messprozess, Bell'sche Ungleichung
- Information und Thermodynamik: Zustandssummen, Entropie, thermodynamisches Gleichgewicht
- Semiklassische Näherung: Bohr-Sommerfeld, Tunneleffekt, Pfadintegral
- Relativistische Quantenmechanik: Raum-Zeit-Symmetrien, Dirac-Gleichung
- Streutheorie

Grundlegende Literatur:

- W. Greiner and J. Reinhardt, Theoretische Physik 7 (Quantenelektrodynamik) und 7a (Feldquantisierung), Springer
- R.H. Landau, Quantum Mechanics II, A Second Course in Quantum Theory, Wiley-VCH
- A. Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods, Springer
- M.E. Peskin & D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Westview Press
- J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Addison Wesley
- F. Schwabl, Quantenmechanik für Fortgeschrittene, Springer

Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik für Physiker, [Einführung in die Quantentheorie](#)

Modulzugehörigkeit: [Moderne Aspekte der Physik \(Bachelor Physik\)](#), [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie

(Seminar: Advanced Quantum Theory)

Veranstaltungstyp:	Seminar	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	3	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Nach Absprache mit den Dozenten.
- Das Seminar (Master Physik) muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Fortgeschrittene Quantentheorie belegt werden.

Grundlegende Literatur:

- W. Greiner and J. Reinhardt, Theoretische Physik 7 (Quantenelektrodynamik) und 7a (Feldquantisierung), Springer
- R.H. Landau, Quantum Mechanics II, A Second Course in Quantum Theory, , Wiley-VCH
- A. Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods, Springer
- M.E. Peskin & D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Westview Press
- J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Addison Wesley
- F. Schwabl, Quantenmechanik für Fortgeschrittene, Springer

Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik für Physiker, [Einführung in die Quantentheorie](#)

Modulzugehörigkeit: [Moderne Aspekte der Physik \(Bachelor Physik\)](#), [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#), [Seminar \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Theoretische Quantenoptik und Quantendynamik

(Theoretical Quantum Optics and Quantum Dynamics)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 5
Sprache: keine Angabe
SWS: 3+1

Regelmäßigkeit: Winter- oder Sommersemester

Inhalte:

- Feldquantisierung, Casimir-Effekt
- Fockzustände, thermische Zustände, kohärente Zustände
- Phasenraumverteilungen (P-Funktion, Husimi-Funktion, Wigner-Funktion)
- Nichtklassisches Licht
- Atom-Feld-Wechselwirkung (Störungstheorie, Rabi-Oszillationen, Jaynes-Cummings-Modell, Floquet-Theorie, Fluoreszenz, spontane Emission)
- Stochastische Methoden (Mastergleichung, Fokker-Planck-Gleichung), parametrische Verstärkung
- Atomoptik, Cavity-QED, starke Laserfelder

Grundlegende Literatur:

- C. Gerry und P. Knight, Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press
- S. Barnett, Methods in theoretical quantum optics, Clarendon Press
- D. Walls und G. Milburn, Quantum Optics, Springer
- H.-J. Kull, Laserphysik, Oldenbourg
- W. Schleich, Quantum optics in phase space, Wiley-VCH
- C. Joachain, N. Kylstra und R. Potvliege, Atoms in intense laser fields, Cambridge University Press
- R. Loudon, The Quantum Theory of Light, Oxford Science Publications

Empfohlene Vorkenntnisse: Theoretische Elektrodynamik, Einführung in die Quantentheorie

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Computerphysik

(Computational Physics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	Deutsch
Leistungspunkte: (ECTS)	6	SWS:	2+2
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Grundlegende numerische Methoden (Differentiation, Integration, Interpolation, Lösung einer nicht-linearen Gleichung, Systeme linearer algebraischer Gleichungen, Monte Carlo-Methoden)
- Numerische Lösung gebräuchlicher Probleme der Physik (Differentialgleichungen, Eigenwertprobleme, Optimierung, Integration und Summen vieler Variablen)
- Anwendungen aus der Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und Quantenmechanik
- Datenanalyse (statistische Analyse, Ausgleichsrechnung, Extrapolation, spektrale Analyse)
- Visualisierung (graphische Darstellung von Daten)
- Einführung in die Simulation physikalischer Systeme (dynamische Systeme, einfache Molekulardynamik)

Grundlegende Literatur:

- Wolfgang Kinzel und Georg Reents, „Physik per Computer“, Spektrum Akademischer Verlag
- S.E. Koonin and D.C. Meredith, „Computational Physics“, Addison-Wesley
- W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, „Numerical Recipes in C++“, Cambridge University Press
- J.M. Thijssen, „Computational Physics“, Cambridge University Press
- Tao Pang, „An Introduction to Computational Physics“, Cambridge University Press
- R.H. Landau, M.J. Paez, and C.C. Bordeianu, Computational Physics, Wiley-VCH, 2007
- O. Natt, Physik mit Python, 2. Auflage, Springer, 2022. Webseite: <https://pyph.de>
- R.H. Landau, M.J. Páez, and C.C. Bordeianu, Computational Physics – Problem Solving with Python, Wiley-VCH, 2015.
- Mark Newman, Computational Physics, 2013.
- A. Gezerlis, Numerical Methods in Physics with Python, Cambridge University Press, 2020. Website: <https://numphyspy.org/>

Empfohlene Vorkenntnisse: Erfahrung mit dem Computer und Grundlagen der Programmierung., Analysis I+II, Theoretische Elektrodynamik, Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie, Einführung in die Quantentheorie

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Eric Jeckelmann, Institut für Theoretische Physik

Theoretische Festkörperphysik

(Theoretical Solid-State Physics)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 5
(ECTS)

Sprache: Englisch

SWS: 3+1

Regelmäßigkeit: Winter – oder Sommersemester (im Wechsel mit Statistischer Feldtheorie)

Inhalte:

- Transportphänomene
- Elektronische Korrelationen
- niedrigdimensionale Systeme
- Magnetismus
- Supraleitung
- Unordnung und Störstellen
- Mesoskopische Systeme

Grundlegende Literatur:

- P.G. deGennes, Superconductivity of Metals and Alloys, Perseus Publishing, 1999, Westview Press
- C. Kittel: Quantum Theory of Solids, Wiley
- W. Nolting: Quantentheorie des Magnetismus, Band I + II, Teubner Verlag
- J.M. Ziman, Electrons and Phonons, Oxford University Press, 2000
- H. Bruus and K. Flensberg, Many Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics (Oxford University Press, 2004)
- Jenő Sólyom, Fundamentals of Physics of Solids, * Volume 1 - Structure and Dynamics (Springer, Berlin, 2007), * Volume 2 – Electronic Properties (Springer, Berlin, 2009), * Volume 3 - Normal, Broken-Symmetry, and Correlated Systems (Springer, Berlin, 2010)

Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Quantentheorie, Quantenfeldtheorie

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Eric Jeckelmann, Institut für Theoretische Physik

Statistische Feldtheorie

(Statistical Field Theory)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 5
Sprache: keine Angabe
SWS: 3+1

Regelmäßigkeit: Winter – oder Sommersemester (im Wechsel mit Theoretischer Festkörperphysik)

Inhalte:

- Zustandssumme als Pfadintegral
- kritische Phänomene
- kondensierte Materie in zwei Dimensionen
- Quantenspinnketten
- Nichtgleichgewichtsphänomene

Grundlegende Literatur:

- A. Altland and B. Simons, Condensed Matter Field Theory (Cambridge University Press, 2006)
- H. Bruus and K. Flensberg, Many Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics (Oxford University Press, 2004)
- J.M. Thijssen, Computational Physics (Cambridge University Press, 2007)
- D. J. Amit & V. Martin-Mayor: Field theory, the renormalization, group, and critical phenomena (World Scientific 2005)
- G. Mussardo: Statistical field theory: An introduction to exactly solved models in statistical physics, (Oxford 2010)
- A. M. Tsvelik: Quantum field theory in condensed matter physics, (Cambridge 2003)

Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Quantentheorie, Quantenfeldtheorie

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Seminar zur Theorie der kondensierten Materie

(Seminar Condensed Matter Theory)

Veranstaltungstyp: Seminar
Leistungspunkte: 3
(ECTS)

Sprache: Deutsch, Englisch
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Winter – und Sommersemester

Inhalte:

- Nach Absprache mit den Dozenten.
- Das Seminar (Master Physik) muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Theoretische Festkörperphysik oder Statistische Feldtheorie belegt werden.

Grundlegende Literatur: Siehe Theoretische Festkörperphysik und Statistische Feldtheorie sowie aktuelle Forschungspublikationen

Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Quantentheorie, Quantenfeldtheorie

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Seminar (Master Physik).

Verantwortlich: Eric Jeckelmann, Holger Frahm, Institut für Theoretische Physik

Fortgeschrittene Computerphysik

(Advanced Computational Physics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	Englisch
Leistungspunkte: (ECTS)	8	SWS:	4+2

Regelmäßigkeit: Winter – oder Sommersemester

Inhalte:

- Exakte Diagonalisierung
- Monte Carlo Simulationen
- numerische Renormierungsgruppe
- Dichtefunktionaltheorie
- Moleküldynamik
- Quantendynamik
- Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen
- Quantencomputer

Grundlegende Literatur:

- J.M. Thijssen, Computational Physics (Cambridge University Press, 2007)
- S.E. Koonin and D.C Meredith, Computational Physics, Addison-Wesley, 1990.
- T. Pang, Computational Physics, Cambridge University Press, 2006
- H. Gould, J. Tobochnik, and W. Christian, Computer Simulation Methods, Pearson Education, 2007

Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Quantentheorie, Statistische Physik, Computerphysik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Eric Jeckelmann, Institut für Theoretische Physik

Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie

(Current problems in Condensed Matter Theory)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: Deutsch, Englisch

SWS: 2

Regelmäßigkeit: Winter – oder Sommersemester

Inhalte: Aktuelles Thema nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten, z.B.

- Theorie des Magnetismus
- Theorie der Supraleitung
- Theorie des Quanten Hall Effekt
- Theorie stark korrelierter Elektronen
- Integrierte Quantensysteme
- Systeme außerhalb des Gleichgewichts

Grundlegende Literatur: wird vom Dozenten angegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Quantentheorie, Fortgeschrittene Festkörperphysik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Eric Jeckelmann, Holger Frahm, Institut für Theoretische Physik

Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen

(Theory of Fundamental Interactions)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 5
Sprache: keine Angabe
SWS: 3+1

Regelmäßigkeit: Winter- oder Sommersemester

Inhalte:

- Das Standardmodell der Teilchenphysik
- Eine heuristische Darstellung der Theorie und Anwendungen
- Lagrangedichten in der Feldtheorie
- Eichinvarianz, nichtabelsche Eichtheorie
- Dirac-Fermionen
- die elektroschwache Theorie
- Massen und Higgs-Mechanismus
- QCD, Quark-Confinement, Jets, Glueballs
- Flavor-Physik, SU(3), schwere Quarks
- Wirkungsquerschnitte, Zerfallsbreiten, Lebensdauern
- Tests des Standardmodells
- weiterführende Themen

Grundlegende Literatur: G. Kane, Modern Elementary Particle Physics, Perseus Publishing 1993

Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Quantentheorie

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen

(Seminar: Theory of Fundamental Interactions)

Veranstaltungstyp: Seminar
Leistungspunkte: (ECTS) 3
Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Winter- oder Sommersemester

Inhalte:

- Nach Absprache mit den Dozenten.
- Das Seminar (Master Physik) muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen belegt werden

Grundlegende Literatur:

- Peskin, Schröder, Quantum Field Theory, Westview Press
- Wess, Bagger, Supersymmetry and Supergravity, Princeton University Press
- Galperin, Ivanov, Ogievetsky, Sokatchev, Harmonic Superspace, Cambridge University Press
- Green, Schwarz, Witten, Superstring Theory, Cambridge University Press
- Aktuelle Forschungspublikationen

Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Quantentheorie

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Seminar (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Ergänzungen zur klassischen Physik

(Advanced topics in classical physics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	5	SWS:	3+1

Regelmäßigkeit: Winter – oder Sommersemester

Inhalte: Ausgewählte Bereiche der klassischen Physik nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten, z.B.

- Relativitätstheorie: Minkowski-Raum, Lorentzgruppe, Darstellungen der Lorentzgruppe, Relativistische Teilchen, Ankopplung des elektromagnetischen Feldes, Liénard-Wiechert Potentiale, Schwarzschild-Metrik, Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie im Sonnensystem, Thirring-Lense-Effekt, Lichtablenkung, Einstein-Hilbert-Wirkung, kovariante Energie-Impuls-Erhaltung, Gravitationswellen: Erzeugung und Nachweis, Kosmologie
- Eichtheorien: Parallelverschiebung, kovariante Ableitung, Feldstärken, Holonomie-Gruppe, Bianchi-Identitäten, Wirkungsprinzip, Noetheridentitäten, Algebraisches Poincaré-Lemma, Standard-Modell der fundamentalen Wechselwirkungen, Monopole, spontane Symmetriebrechung, BRS-Symmetrie, Anomalien
- Integrierte und chaotische Bewegung: Hamiltonsche Bewegungsgleichungen, kanonische Transformationen, Poincarés Integralinvarianten, Wirkungs-Winkel-Variable, Störungstheorie, Kolmogorov-Arnol'd-Moser Theorem, Poincarés Wiederkehrabbildung, Birkhoffs Fixpunktsatz, Selbstähnlicher Hamiltonscher Fluss

Grundlegende Literatur:

- B. F. Schutz, A first course in general relativity, Cambridge University Press
- W. Rindler, Relativity, Oxford University Press
- V. Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology, Cambridge University Press
- L. O'RaiFeartaigh, Group Structure of Gauge Theories, Cambridge University Press
- V. Arnol'd, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer
- A. J. Lichtenberg and M. A. Liebermann, Regular and Stochastic Motion, Springer
- J. Moser, Stable and Random Motion in Dynamical Systems, Princeton University Press

Empfohlene Vorkenntnisse: Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Einführung in die Teilchenphysik

(Introduction to Particle Physics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	5	SWS:	3+1
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Fundamentale Teilchen und ihre Wechselwirkungen
- Symmetrien und Erhaltungssätze
- Hadronen, Quarks, Partonen
- QCD
- elektromagnetische und schwache Wechselwirkungen und ihre Vereinigung
- Standardmodell der Teilchenphysik
- Beschleuniger und Detektoren
- Neutrinophysik
- Offene Fragen und Zukunftsprojekte der Teilchenphysik

Grundlegende Literatur:

- F. Halzen und A.D. Martin, Quarks and Leptons, Wiley
- D.H. Perkins, Introduction to High Energy Physics, Cambridge University Press
- B.R. Martin and G. Shaw, Particle Physics, Wiley
- E. Lohrmann, Hochenergiephysik, Teubner Verlag
- C. Berger, Elementarteilchenphysik, Springer

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

Einführung in die Allgemeine Relativitätstheorie

(Introduction to the general Theory of Relativity)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 8
Sprache: keine Angabe
SWS: 4+2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Verständnis der grundlegenden Begriffe und Erwerb der mathematischen Methoden der Allgemeinen Relativitätstheorie
- Anwendung des Formalismus auf einfache physikalische Probleme der Gravitationsphysik auf der Erde, des Sonnensystems, der Astrophysik kompakter Objekte und der Kosmologie
- Diskussion relevanter Lösungen; sowohl der linearisierten als auch der exakten Einstein-Gleichungen – darunter insbesondere Gravitationswellen und ihre Erzeugung/Detektion, sowie Schwarze Löcher und ihre Detektion.

Grundlegende Literatur:

- Norbert Straumann: General Relativity (second edition). Springer Verlag.
- Michael Ruhländer: Allgemeine Relativitätstheorie Schritt für Schritt: Eine Einführung mit Details, Beispielen und Aufgaben, Springer Spektrum
- Tosten Fließbach: Allgemeine Relativitätstheorie. Springer Spektrum

Empfohlene Vorkenntnisse: Theoretische Elektrodynamik, Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie, Lineare Algebra I

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik

5.3 Veranstaltungen des Institut für Festkörperphysik

Grundlagen der Halbleiterphysik

(Fundamentals of Semiconductor Physics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2
Regelmäßigkeit:	Wintersemester		

Inhalte:

- Bändertheorie
- Eigen- und Störstellenleitung
- Defekte in Halbleitern
- p-n-Übergänge
- Rekombinationsprozesse
- Ladungsträgertransport
- Heteroübergänge
- Metall-Halbleiter-Kontakte
- Halbleiterbauelemente (Dioden, Transistoren, Photodioden)

Grundlegende Literatur:

- P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer
- S.M. Sze, Semiconductor devices, Physics and Technology, Wiley, New York

Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Nanoelektronik, Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Halbleiterphysik mit Python

(Semiconductor Physics in Python)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	4	SWS:	2+1

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte: Competences covered in the lecture/ course: Physics:

- Fundamental principles of semiconductor optics and transport.
- Microscopic working principles of semiconductor devices like light emitting diodes, laser diodes, and photodetectors.

Computer skills:

- Fundamental (and advanced) subjects of programming with python.
- Data science: Working with jupyter notebooks.
- Web based software exchange (version and source control).

Grundlegende Literatur:

- Rosencher, Vinter, „Optoelectronic“, Cambridge
- Klein, „Numerisches Python ; Arbeiten mit NumPy, Matplotlib und Pandas“, Hauser Verlag

Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik (Basics are required: I.e., crystal structure and phonons, carrier statistics, energy bands, optical processes, basic quantum mechanical concepts of solid-state physics.)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Charakterisierung von Halbleitern und Solarzellen

(Characterization of Semiconductors and Solar Cells)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Im ersten Teil dieser Vorlesung werden Grundlagen der Halbleiterphysik in Verbindung mit Charakterisierungsmethoden für Halbleitermaterialien behandelt. Einen Schwerpunkt bilden dabei Methoden zur Charakterisierung von Defekten in Halbleitern sowie ihrer Auswirkung auf die elektrischen Eigenschaften des Halbleiters. Im zweiten Teil der Vorlesung werden Methoden für die Charakterisierung von Solarzellen vorgestellt, wobei sowohl integrale Methoden wie die spektrale Empfindlichkeit als auch ortsaufgelöste Methoden wie die kamerabasierte Photolumineszenz behandelt werden.

Grundlegende Literatur: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Nanoelektronik.

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Quantenstrukturbauelemente

(Quantum Devices)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	5	SWS:	3+1
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Quanteneffekte in Halbleiterstrukturen
- Physik zweidimensionaler Elektrongase
- Quantendrähte
- Quantenpunkte
- Kohärenz- und Wechselwirkungseffekte
- Einzelelektronentunneltransistor
- Quantencomputing

Grundlegende Literatur:

- C. Weisbuch, B. Vinter, Quantum Semiconductor Structures, Academic Pr Inc
- S.M. Sze, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley
- M.J. Kelly, Low-Dimensional Semiconductors: Materials, Physics, Technology, Devices, Oxford University Press

Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik, [Fortgeschrittene Festkörperphysik](#)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#), [Ausgewählte Themen der Nanoelektronik](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Physik der Solarzelle

(Physics of Solar Cells)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	5	SWS:	2+2
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Halbleitergrundlagen
- Optische Eigenschaften von Halbleitern
- Transport von Elektronen und Löchern
- Mechanismen der Ladungsträger-Rekombination
- Herstellungsverfahren für Solarzellen
- Charakterisierungsmethoden für Solarzellen
- Möglichkeiten und Grenzen der Wirkungsgradverbesserung

Grundlegende Literatur:

- P. Würfel, „Physik der Solarzellen“ (Spektrum Akademischer Verlag, 2000).
- A. Goetzberger, B. Voß, J. Knobloch, „Sonnenenergie: Photovoltaik“ (Teubner 1994).

Empfohlene Vorkenntnisse: Festkörperphysik I

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Nanoelektronik, Wahlveranstaltung im Masterstudiengang Nanotechnologie.

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Seminar: Solid State Quantum Technology, Quantum Information, and Single Photon Emitter

Veranstaltungstyp: Seminar
Leistungspunkte: 3
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte:

- Quantentechnologie und Quanteninformation Festkörperphysik und Optik
- Experimentelle Konzepte zu Quantenverschränkung und Quantensensoren
- Quantenverschränkung in zukünftigen Halbleiterbauelementen
- Herausforderungen der Quantenbildgebung
- Quantenpunkte für die Einzelphotonenkryptographie

Grundlegende Literatur: Wird im Seminar (Master Physik) bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Festkörperphysik I, Festkörperphysik II

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Seminar (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Energy Storage Materials and Devices

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 5
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 3 + 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Introduction (energy crisis, different types of energy storage devices)
- Review of Introduction to Nanophysics (basic knowledge about materials characterization and device fabrication)
- Pumped hydro, thermal, gravity, solar energy
- Batteries and capacitors
- Introduction to electrochemical energy storage devices
- Lithium ion battery
- Lithium sulphur battery
- Lithium air battery
- Other emerging technologies
- Super-capacitor
- Outlook (micro-batteries, on-chip integration, etc)
- For practical training, the students are encouraged to visit the laboratory courses in close relation to the topics covered by the lecture

Grundlegende Literatur: Important literatures will be announced at the beginning of the lecture

Empfohlene Vorkenntnisse: [Introduction to Nanophysics](#)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#), [Ausgewählte Themen der Nanoelektronik](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Physik der 2D Materialien

(Physics of 2D materials)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	4	SWS:	2+1
Regelmäßigkeit:	Wintersemester		

Inhalte:

- Übersicht über die verschiedenen 2D Materialien
- Herstellungsmethoden und Nanofabrikation von 2D Materialien
- Unterschiede der elektronischen, optischen und mechanischen Eigenschaften von Einzellagen, Mehrlagen und Heterostrukturen ausgewählter 2D Materialien

Grundlegende Literatur:

- P. Avouris, T. F. Heinz, and T. Low, 2D Materials: Properties and Devices, Cambridge University Press
- R. Gross and A. Marx, Festkörperphysik, De Gruyter Oldenbourg

Empfohlene Vorkenntnisse: [Quantenstrukturbauelemente](#)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Introduction to Nanophysics

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 10
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 4+2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Characterization at the nanoscale
- Fabrication at the nanoscale
- Energy storage with nano materials
- Semiconductors nanomaterials and devices
- Optics at the nanoscale: Semiconductor nano- and quantum photonics
- For practical training, the students are encouraged to visit three laboratory courses in close relation to the topics covered by the lecture

Grundlegende Literatur: wird in der Vorlesung angegeben

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Laborpraktikum Growth and Characterization of Nanostructures

(Lab course: Growth and Characterization of Nanostructures)

Veranstaltungstyp:	Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte:

- Introduction in molecular beam epitaxy (MBE): Facility and growth process
- Wafer material handling prior to processing
- Substrate preparation steps and in-situ analysis
- MBE growth training
- Ex-situ layer thickness characterization by means of surface analysis techniques .

Grundlegende Literatur: wird im Praktikum angegeben

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Laborpraktikum Optical Characterization of Nanostructures

(Lab course: Characterization of Nanostructures)

Veranstaltungstyp:	Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte:

- Basic sample preparation and optical setup alignment
- Photoluminescence characterization of Semiconductor quantum dots and bulk material
- Introduction in semiconductor quantum dot statistics characterization

Grundlegende Literatur: wird im Praktikum angegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Lehrveranstaltung Introduction to Nanophysics

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

Laborpraktikum Nanomaterials in Energy Storage Devices

(Lab course: Nanomaterials in Energy Storage Devices)

Veranstaltungstyp:	Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte:

- Preparation of a slurry consisting of binder, additives and active material.
- Making electrodes.
- Using these electrodes and assembling batteries.
- Electrochemical tests of the batteries (CV, long-term charge / discharge, EIS).

Grundlegende Literatur: wird im Praktikum angegeben

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

5.4 Veranstaltungen des Institut für Quantenoptik

Nichtlineare Optik

(Nonlinear Optics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	5	SWS:	3+1
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Nichtlineare optische Suszeptibilität
- Kristalloptik, Tensoroptik
- Wellengleichung mit nichtlinearen Quelltermen
- Frequenzverdopplung, Summen-, Differenzfrequenzerzeugung
- Optisch parametrischer Verstärker, Oszillator
- Phasenanpassungs-Schemata, Quasiphasenanpassung
- Elektro-optischer Effekt
- Elektro-akustischer Modulator
- Frequenzverdreifachung, Kerr-Effekt, Selbstphasenmodulation, Selbstfokussierung
- Raman-, Brillouinstreuung, Vierwellenmischung
- Nichtlineare Propagation, Solitonen

Grundlegende Literatur:

- Agrawal, Nonlinear Fiber optics, Academic Press
- Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press
- Shen, Nonlinear Optics, Wiley-Interscience
- Dmitriev, Handbook of nonlinear crystals, Springer
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Atom- und Molekülphysik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Advanced Nonlinear Optics

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 4
(ECTS)

Sprache: englisch
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Overview of light-atom interactions
- The photoelectric effect and beyond
- Overview of perturbative nonlinear optics
- The breakdown of the perturbative picture
- Above-threshold ionisation
- Multi-photon absorption vs. Electron tunneling
- Atoms interacting with high-energy photons
- Light-driven electronics in matter
- Photo-driven electronic-nucleus interactions in nuclear transitions

Grundlegende Literatur:

- Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press
- J. C. Diels, W. Rudolph: Ultrashort Laser Pulse Phenomena 2 Ed. (Elsevier, 2006)
- Thomas Brabec „Strong Field Laser Physics“, Springer Series in optical sciences (2008)
- Published research papers will be suggested during the course

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen von Optik, Laser Physik, Atomphysik., [Nichtlineare Optik](#)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Photonik

(Photonics)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 4
Sprache: keine Angabe
SWS: 2+1

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Wellen in Materie
- Dielektrische Wellenleiter (planar, Glasfaser), integrierte Wellenleiter
- Photonische Kristalle
- Wellenleiter – Moden
- Nichtlineare Faseroptik
- Faseroptische Komponenten (Zirkulatoren, AWG, Fiber-Bragg-Gratings, Modulatoren)
- Faserlaser
- Laserdioden, Photodetektoren
- Optische Nachrichtentechnik (RZ, NRZ, WDM/TDM)
- Netzwerke

Grundlegende Literatur:

- Reider, Photonik, Springer
- Menzel, Photonik, Springer
- Agrawal, Nonlinear Fiber optics, Academic Press
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Seminar zu Photonik

(Seminar: Photonics)

Veranstaltungstyp:	Seminar	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	3	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Nach Absprache mit den Dozenten.
- Das Seminar (Master Physik) muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Photonik belegt werden.

Grundlegende Literatur:

- Reider, Photonik, Springer
- Menzel, Photonik, Springer
- Agrawal, Nonlinear Fiber optics, Academic Press
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik, Seminar (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Atomoptik

(Atom Optics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	4	SWS:	2+1
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Atom-Licht Wechselwirkung
- Strahlungsdruckkräfte
- Atom- und Ionenfallen
- Kühlung durch Evaporation
- Bose-Einstein-Kondensation
- Ultrakalte Fermi-Gase
- Experimente mit ultrakalten und entarteten Quantengasen
- Atome in optischen periodischen Gittern
- Atominterferometrie und Frequenzstandards

Grundlegende Literatur:

- B. Bransden, C. Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Longman 1983
- R. Loudon, The Quantum Theory of Light, OUP, 1973
- Aktuelle Publikationen

Empfohlene Vorkenntnisse: Atom- und Molekülphysik, Quantenoptik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Festkörperlaser

(Solid-State Lasers)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 2
Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Festkörperlasermedien
- Optische Resonatoren
- Betriebsregime von Lasern
- Diodengepumpte Festkörperlaser
- Bauformen: Faser, Stab, Scheibe
- Durchstimmbare Laser
- Single-frequency Laser
- Ultrakurzpulslaser
- Frequenzkonversion

Grundlegende Literatur:

- W. Koechner: Solid-State Laser Engineering
- A.E. Siegman: Lasers
- O. Svelto: Principles of Lasers

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Optische Schichten

(Optical Coatings)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 4-5
Sprache: englisch
SWS: 2 + 1

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Bedeutung, Funktionsprinzip und Anwendungsbereiche optischer Schichten, gegenwärtiges Qualitätsniveau von Schichtsystemen für die Lasertechnik)
- Theoretische Grundlagen (Sammlung bekannter Formeln und Phänomene, Berechnung von Schichtsystemen)
- Herstellung optischer Komponenten (Substrate, Beschichtungsmaterialien, Beschichtungsprozesse, Kontrolle von Beschichtungsvorgängen)
- Optikcharakterisierung (Messungen des Übertragungsverhaltens: Verluste: Totale Streuung, optische Absorption, Zerstörschwellen optische Laserkomponenten, nichtoptische Eigenschaften)

Folgende Modalitäten der Veranstaltung sind möglich um entweder 4 oder 5 LP zu erwerben:

- Veranstaltung 1 „Theorie und Praxis optischer Schichten“, 5 LP Für Fachstudium Physik (sowohl BA als auch MA Wahlmodule), für 5 LP zu erfüllen: Vorlesung (identisch für alle Veranstaltungen) Entweder SL und PL (zählt als SL) ableisten, oder SL und Labor (4 +12 Stunden Praktikum im LZH, begrenzte Anzahl Plätze, nur Zulassung nach erfolgreichem Vortest (die verminderte Klausur)) Als Eintrag für diese Veranstaltung gäbe es eine SL und 5 Punkte
- Veranstaltung 2 „Optische Schichten“, 4 LP Für Fachstudium Physik (sowohl BA als auch MA Wahlmodule), für 4 LP zu erfüllen: Vorlesung (identisch für alle Veranstaltungen) SL oder PL (entspricht einer SL) ableisten Als Eintrag für diese Veranstaltung gäbe es eine SL und 4 Punkte

Grundlegende Literatur:

- Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, zur Einführung in das Thema:
- Macleod, H.A.: Thin Film Optical Filters, Fourth Edition, CRC Press 2010

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Einführung in die Biophysik

(Introduction to Biophysics)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 3
(ECTS)

Sprache: keine Angabe

SWS: 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Was ist Leben? – Einheiten, Zeitskalen, Organismen
- Die Zelle und ihre Biologie
- zentrale Moleküle des Lebens DNA, RNA und Proteine
- Kristallstrukturanalyse zum Verständnis der zentralen Moleküle des Lebens
- Physikalische Prinzipien der Kristallstrukturanalyse
- "biophysikalischer Verkehr": Membranen und Kanäle
- Wie misst man „biophysikalischen Verkehr“?
- Zellkräfte und Zellbewegung
- experimentelle Techniken zur Analyse von Zellbewegung und Kontraktion
- Wie Nanotechnologie unser Biologieverständnis ergänzt
- Wie Quantenphysik unser Biologieverständnis ergänzt

In der Vorlesung werden grundlegende biophysikalische und biologische Konzepte eingeführt. Der Fokus liegt dabei auf einer detaillierten Darstellung der Zellbiologie, der zentralen Moleküle des Lebens und den physikalischen Grundlagen ihrer Interaktion. Als Beispiel wird die Struktur von Säugetierzellen analysiert und zelluläre Prozesse wie Replikation, Transkription und Translation erörtert. Im Weiteren werden dann experimentelle Techniken diskutiert, die im historischen Kontext und immer noch genutzt werden, um Information über die zentralen Moleküle des Lebens, die zelluläre Homöostase, Zellbewegung, oder die Entstehung von Kräften in einer Zelle, zu erschließen. Am Ende der Veranstaltung werden neue Forschungsfelder, wie Nanotechnologie oder Quantenphysik, in den Kontext Biophysik integriert.

Grundlegende Literatur:

- Molecular Biology of the Cell (Garland Science)
- Biophysics: An Introduction (Springer)
- Campbell Biology
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Experimentalphysik

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: : Alexander Heisterkamp, Stefan Kalies;

Lasermedizin und Biomedizinischen Optik

(Laser Medicine and Biomedical Optics)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	4	SWS:	2
Regelmäßigkeit:	Wintersemester		

Inhalte:

- Lasersysteme für den Einsatz in Medizin und Biologie
- Strahlführungssysteme und optische medizinische Geräte
- Optische Eigenschaften von Gewebe
- Thermische Eigenschaften von Gewebe
- Photochemische Wechselwirkung
- Vaporisation/Koagulation
- Photoablation, Optoakustik
- Photodisruption, nichtlineare Optik
- Anwendungen in der Augenheilkunde, refraktive Chirurgie
- Laser-basierte Diagnostik, optische Biopsie
- Optische Kohärenztomographie, Theragnostics
- klinische Anwendungsbeispiele
- Die Studierenden werden an die Grundlagen der Laser-Gewebe-Wechselwirkung herangeführt und lernen diese an klinisch relevanten Anwendungsbeispielen umzusetzen. In Tutorien und im BlockSeminar (Master Physik) (am Ende des Semesters) werden aktuelle Originalartikel erarbeitet und diskutiert.
- Am Ende der Veranstaltung findet eine Exkursion in die Forschungslabore des LZH und der Firma Rowiak statt.

Grundlegende Literatur:

- Eichler, Seiler: Lasertechnik in der Medizin. Springer-Verlag
- Berlien: Applied Laser Medicine
- Bille, Schlegel: Medizinische Physik. Bd. 2: Medizinische Strahlphysik, Springer
- Welch, van Gemert: Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue. Plenum Press
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Optik, Atome und Moleküle, Laserphysik

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Alexander Heisterkamp, Lasermedizin

Biophotonik - Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen

(Biophotonics - imaging and manipulation of biological cells)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 4
Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Einführung in die Biophotonik
- Gewebeoptik
- Grundlagen der Mikroskopie
- Laser-Scanning-Mikroskopie
- Laserbasierte Nanochirurgie
- Lichtblatt Mikroskopie
- Superresolution / Molekulare Mikroskopie
- Optogenetik und Fusionsproteine
- Tomographie und optoakustische Mikroskopie
- Optische Marker und Plasmonik
- Optische Chips, Sensorik und Optofluidik
- Optische Pinzette

Die Vorlesung gibt Einblicke in die Biophotonik, ein Forschungsgebiet zwischen Biologie und Physik. Dabei werden mikroskopische Verfahrensweisen, dreidimensionale Bildgebung, die Manipulation von Zellen sowie biologischen Geweben mit Hilfe von laserbasierten Systemen näher erläutert. Die Studenten lernen grundlegende optische Aspekte sowie die Wechselwirkung von Licht mit Geweben und Zellen. Moderne und aktuelle Laser-basierte Mikroskopietechniken werden basierend auf aktuellen Publikationen vorgestellt. Des Weiteren werden optische Techniken zur Zellmanipulation erläutert, wie das An- und Ausschalten der Zellaktivität, das Messen sehr kleiner Kräfte in lebenden Zellen, das Schneiden und Abtragen von subzellulären Strukturen und zukünftige Anwendungen in der regenerativen Medizin und allgemeiner in der Biotechnologie diskutiert. Die Vorlesung kann es den Studenten ermöglichen später selbständig geeignete biophotonische Werkzeug zu ermitteln um relevante biologischer Fragestellungen zu beantworten.

Grundlegende Literatur:

- Spector, D.; Goldman, R.: Basic Methods in Microscopy 2006;
- Atala, Lanza, Thomsom, Nerem: Principles of Regenerative Medicine, Academic Press
- Handbook of Biological Confocal Microscopy, Pawley, Springer.

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Optik, Atome und Moleküle, Laserphysik

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Alexander Heisterkamp

Physics of Life

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Die Vorlesung richtet sich an alle Studierenden, die Interesse an der Schnittstelle zwischen Physik, Biologie und Medizin haben. Die klassischen Disziplinen (Physik, Chemie) werden durch interdisziplinäre Forschung zunehmend mit den Lebenswissenschaften verbunden. Das erfordert, über den Tellerrand der einzelnen Disziplinen zu schauen. Diese Spezialvorlesung bietet einen Einblick in die Physik lebendiger Materie und stellt existierende und zukünftige interdisziplinäre Forschungsziele dar.

Grundlegende Literatur: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Experimentalphysik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Ultrakurze Laserpulse

(Ultrashort Laser Pulses)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: keine Angaben

Grundlegende Literatur:

- J.C. Diels, W. Rudolph: Ultrashort Laser Pulse Phenomena, 2 Ed. (Elsevier, 2006)
- A.M. Weiner: Ultrafast Optics (Wiley, 2009)
- G.P. Agrawal: Nonlinear Fiber Optics 5 rd Ed. (Academic, 2013)
- Zenghu Chang, Fundamentals of Attosecond Optics, (CRC Press, 2016)

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Optik, Laserphysik, Atomphysik.

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Grundlagen optischer Fasern

(Fundamentals of Optical Fibers)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 4
(ECTS)

Sprache: deutsch

SWS: 2 + 1

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Optische Fasern gehören heutzutage zu den Schlüsselkomponenten der modernen Photonik. Sie sind aus vielen Bereichen unseres Alltags nicht mehr wegzudenken: in komplexen medizinischen Anwendungen werden Glasfasern z.B. bei der Endoskopie eingesetzt. Auch in der Lasermaterialbearbeitung sind optische Fasern in der Strahlführung oder als Strahlquelle etablierte Technologien in der modernen industriellen Produktion. Ebenso werden in der Sensorik mehr und mehr Konzepte auf der Basis von Glasfasern entwickelt. Der Begriff Lichtwellenleiter wird aber heute überwiegend assoziiert mit der modernen optischen Datenübertragung über Glasfaserkabel und ihrer enormen Kapazität, die im Zeitalter des Hochgeschwindigkeits-Internets den gesamten Globus umspannt. Durch eine Dotierung des Faserkerns kann mit seltenen Erden, wie z.B. Ytterbium kann vielmehr auch eine Verstärkung von Licht bis hin zur Laseraktivität erreicht werden. Moderne Faserlasersysteme liegen auf einem Leistungsniveau von über 100 kW und finden Verwendung in vielfältigen industriellen Produktionstechnologien. Die Vorlesung „Grundlagen optischer Fasern“ soll über diese Anwendungsaspekte hinaus schwerpunktmäßig die physikalischen Grundlagen vermitteln und auch einen Überblick zu den technologischen Aspekten bei der Charakterisierung und Herstellung von Fasern zusammenfassen. Die Vorlesung enthält viele praktische Informationen zu optischen Fasern, die für das weitere Studium und den späteren Beruf nützlich sein können. Wesentliche Kapitel der Vorlesung sind unter anderen:

- Funktionsprinzip und Lichtausbreitung in optischen Fasern
- Zusammenstellung der wesentlichen Qualitätsmerkmale und Messmethoden
- Herstellung optischer Fasern
- Komponenten und Bauelemente in der Fasertechnologie
- Nichtlineare Effekte in optische Fasern
- Faserlasersysteme
- Ausgewählte Anwendungsbereiche (Kommunikationstechnik, Sensorik,...)

Übung und Prüfungsleistung:

- Übungen: 3 Übungsblätter, Diskussion jeweils in den Übungsstunden,
- praktischer Teil: Besuch der Faserherstellungslabore im HiTEC-Gebäude
- Prüfungsleistung: nach Vereinbarung

Weitere Details werden in der Vorlesung bekannt gegeben, NN

Grundlegende Literatur:

- Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, zur Einführung in das Thema:
- Fedor Mitschke, Glasfasern, Elsevier Heidelberg, 2005

Empfohlene Vorkenntnisse: Allgemeine Vorkenntnisse aus Grundlagen Optik und Physik

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Institut für Photonik, Detlev Ristau

Seminar Optische Spezialglasfasern: Herstellung, Funktionsprinzipien und Anwendungen

(Seminar: Optical Speciality Fibers: Fabrication, Function Principles and Applications)

Veranstaltungstyp: Seminar
Leistungspunkte: 3
(ECTS)

Sprache: englisch
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Das Hannover Institute of Technology verfügt über modernste Anlagen zur Herstellung von optischen Glasfasern – ein überaus spannendes und aktuelles Forschungsfeld an der Schnittfläche von Physik, Chemie und den Ingenieurwissenschaften. Im Rahmen des Seminars sollen interessierte Studenten einen vertieften Einblick in theoretische und praktische Aspekte der Herstellung, der Funktionsprinzipien und der Anwendungen von Spezialglasfasern erhalten. Die jeweils zu einem ausgewählten Thema zusammengetragenen Ergebnisse sollen jeweils in Vorträgen vorgestellt werden. Die Dozenten werden hierbei fachlich beratend zur Seite stehen. Von besonderer Bedeutung soll die anschließende fachliche Diskussion sein. Des Weiteren soll insbesondere die Art und Weise der Vortragsgestaltung im Rahmen der Veranstaltung gemeinsam diskutiert werden, um Möglichkeiten der Verbesserung aufzuzeigen. Zu den möglichen fachlichen Themen gehören:

- Von step-index Fasern zu photonischen Bandlückenfasern und Hohlkernfasern
- Lineare und nichtlineare Effekte
- Gläser für die Faserherstellung:
- Von der molekularen Glasstruktur zu den makroskopischen Eigenschaften
- Die typischen Dotanden für Quarzglasfasern und ihre Eigenschaften
- Strahlungseffekte
- Wie wird eine Glasfaser hergestellt:
- Der modified chemical vapor deposition (MCVD) Prozess zur Herstellung von Preformen: Grundlagen, Funktionsweise und Limitierungen
- Herstellung einer Faser aus einer Preform: Grundlagen, Funktionsweise und Limitierungen eines Faserziehturms
- Anwendungen von Spezialglasfasern: Medizintechnik, Datenübertragung und Faserlaser in Wissenschaft und Wirtschaft
- Passive Komponenten (z.B. wavelength division multiplexer (WDMs)) für faserbasierte Systeme: Funktionsweise und Herstellung
- Für weitere Details stehen die Dozenten jederzeit gerne zur Verfügung. Die Veranstaltung wird in das e-learning (Stud-IP) Programm aufgenommen, das dann einen Austausch innerhalb der geschlossenen Hörschaft ermöglicht.

Grundlegende Literatur: Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Seminar (Master Physik).

Verantwortlich: Michael Steinke, Matthias Liessmann, Detlev Ristau

Experimental Methods in Atomic Physics

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 4
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 2 ?

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage, Experimentelle Methoden der Atomphysik und Quantensensorik
- in Originalliteratur zu erkennen,
- diese auf theoretischer Basis zu beschreiben,
- sowie deren praktische Umsetzung in aktuellen Experimenten zu erfassen bzw. selbst zu planen.

Grundlegende Literatur: Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Atom- und Molekülphysik, Kohärente Optik

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik

Physik der Medizin

(Physics of Medicine)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Die Vorlesung gibt Einblicke in die Bereiche der Physik, die für das Verständnis medizinischer Vorgänge, Diagnostik und Therapie grundlegend sind. Dies reicht von Mechanik im Bereich der Knochen und Gelenke über Strömungsdynamik im Herz-Kreislaufsystem zur Elektronik in Nerven und Muskeln. Zudem werden die Anwendung von radioaktiver Strahlung in der Bildgebung und Strahlentherapie sowie von Licht und Laser in verschiedenen Bereichen wie Dermatologie und Chirurgie betrachtet. Die Vorlesung bietet den Studierenden Einblicke in Einsatzbereiche der Physik in der Medizin und gibt ihnen Werkzeuge an die Hand, um relevante medizinphysikalische Fragestellungen zu beantworten. Inhalte:

- Einführung und Wiederholung Biophysik I
- Mechanik und Orthopädie
- Strömungsdynamik und Herzinfarkt
- Einführung Elektrophysiologie
- Elektrophysiologische Beispiele: EKG, NLG
- Einführung medizinische Bildgebung: Ultraschall
- Radiologie und Strahlenschutz: Röntgen
- Weitere radiologische Anwendungen: CT, MRT, Stereotaxie
- Nuklearmedizin + Strahlentherapie: Szintigraphie, PET, SPECT
- Licht in der Diagnostik: (Fluoreszenz-)Mikroskopie in der Endoskopie
- Lichttherapie: PDT, etc.
- Laserchirurgie

Grundlegende Literatur:

- Hobbie, KH und Roth, BJ Intermediate Physics for Medicine and Biology 5th Edition 2015, Springer
- Verlag
- Harten, U Physik in der Medizin 15. Auflage 2017, Springer Verlag)
- Schlegel, W, Karger, CP, Jäkel, O (Hrsg.) Medizinische Physik 2018, Springer Verlag

Empfohlene Vorkenntnisse: Optik, Atome und Moleküle

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Alexander Heisterkamp

Seminar: Biophysik

(Seminar: Biophysics)

Veranstaltungstyp:	Seminar	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	3	SWS:	2
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte:

- Das Seminar Biophysik baut auf der Vorlesung „Introductory Biophysics for Physicists“ auf. Es werden durch die Studierenden Poster zu neuartigen biophysikalischen Methoden und wissenschaftlichen Ergebnissen erstellt. Diese sollen in einem einer wissenschaftlichen Konferenz ähnlichen Stil durch die Studierenden im Rahmen einer Blockveranstaltung mit einem Kurzvortrag vorgestellt, diskutiert und bewertet werden.
- Zu Beginn des Semesters werden die Themen gewählt, jeder Studierende bekommt einen Betreuer/in an die Seite, der/die bei der Vorbereitung unterstützt. In der ersten Veranstaltungsstunde führt der Dozent in die Thematik ein und gibt Tipps und Hinweise für die Vorbereitung und das Halten eines Vortrags im Seminar (Master Physik).

Grundlegende Literatur: Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Introductory Biophysics for Physicists

Modulzugehörigkeit: Seminar (Master Physik), Physik präsentieren (Bachelor Physik), ?.

Verantwortlich: : Alexander Heisterkamp, Stefan Kalies;

5.5 Veranstaltungen des Institut für Photonik

Fracture of Materials and Fracture Mechanics

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	6	SWS:	2 + 2
Regelmäßigkeit:	Sommersemester		

Inhalte: The following aspects of fracture mechanics:

- Introduction: Review of the history of materials failure and fracture mechanics including historical cases and state of the art
- Fracture modes and characteristics: mode I, II and III cracks
- Brittle and ductile fractures in different materials
- Characterization of fracture toughness
- Solution of elastic stress around the crack tip: Kolosov-Muskhelishvili formula and Westergaard solution
- Stress intensity factor in 2D and 3D problems and crack handbook
- Computation of Stress intensity factor: J-integral and a general Eshelby's energy momentum tensor for crack energy release
- Introduction and overview of Computational methods for fracture modelling: meshless methods, XFEM and peridynamics and commercial software for fracture modelling
- Introduction and overview of multiscale approach for fracture modelling
- Students are also guided by practical exercises in the computer lab, assigning also specific projects to be solved through the implementation of numerical codes. The codes will be written in Mathematical/Matlab language at the continuum level and in Mathematica/FEAP language when FE discretization are needed. An introduction and examples to using commercial software ABAQUS for crack modelling will be demonstrated.

Grundlegende Literatur: Subject specific recommendation of textbooks and journal articles

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Photonik

Introduction to Multiscale and Multiphysics Modelling

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 6
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 2 + 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte:

- Introduction: Review of the classification of multiscale and multiphysics problems and state-of-the-art
- Multiscale modelling theory and analytical approaches
- Concept of representative volume element
- Computational hierarchical multiscale method
- Computational concurrent/semi-concurrent multiscale methods
- Multiphysics model and some types of governing equations
- Multiphysics modelling commercial software with testing examples e.g. COMSOL
- Solvers for multifields problems
- Partial issues in multiscale and multiphysics modelling
- Students are also guided by practical exercises in the computer lab, assigning also specific projects to be solved through the implementation of numerical codes. The codes will be written in both LAMMPS for atomistic model, Mathematical/Matlab language at the continuum level or abaqus software when FE.

Grundlegende Literatur: Subject specific recommendation of textbooks and journal articles

Empfohlene Vorkenntnisse:

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Geschäftsleitung des Instituts für Photonik

5.6 Veranstaltungen des Institut für Gravitationsphysik

Foundations of Probability

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: jedes Semester

Inhalte:

- probabilistic models
- conditional probability
- independence
- Bayes' rule
- counting
- discrete and continuous random variables
- multiple random variables
- functions of random variables
- covariance and correlation
- Chebyshev inequality
- convergence in probability
- the weak law of large numbers
- The central limit theorem

Grundlegende Literatur: "Introduction to Probability" by D. P. Bertsekas et al

Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis I+II

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Maria Alessandra Papa, Institut für Gravitationsphysik

Laborpraktikum Data Analysis

(Lab course: Data Analysis)

Veranstaltungstyp:	Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	4	SWS:	4

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte:

- Introduction to version control and python: git, python, jupyter notebooks, google Colaboratory, numpy e scipy libraries.
- Monte Carlo simulations: hands-on approach
- Plausible reasoning: simple bayesian inference
- Combinatorics: calculate chances in a card game
- Random Variables and associated concepts
- Random number generation: the inverse transform method
- Poisson processes: maximise the profit of a business
- Numerical integration: calculate the value of pi using the Buffon's needle experiment
- Hypothesis testing basics: false alarm rate, false negative, roc curves.
- Hypothesis testing hands-on: distinguish noise+signal data from noise only data.
- Two random variables: covariance.

Grundlegende Literatur: Wird im Praktikum angegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Erfahrung mit Linux

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Maria Alessandra Papa, Institut für Gravitationsphysik

Neutron Stars and Black Holes

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte:

- Quellen und Ausbreitung von Gravitationswellen
- Neutronensterne und Schwarze Löcher

Grundlegende Literatur: wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie, [Kohärente Optik](#)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: NN, Institut für Gravitationsphysik

Seminar Gravitationswellen

(Seminar: Gravitational Waves)

Veranstaltungstyp:	Seminar	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	3	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Nach Absprache mit den Dozenten

Grundlegende Literatur: wird in den Vorlesungen und dem Seminar (Master Physik) bekannt gegeben.

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie, [Kohärente Optik](#)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Karsten Danzmann, Institut für Gravitationsphysik

Seminar Gravitationsphysik

(Seminar: Gravitational Physics)

Veranstaltungstyp:	Seminar	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	3	SWS:	3

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte:

- Allgemeine Relativitätstheorie
- Quellen von Gravitationswellen
- Gravitationswellendetektoren
- Astrophysik und Kosmologie

Grundlegende Literatur: wird im Seminar (Master Physik) bekannt gegeben.

Empfohlene Vorkenntnisse: Gravitationsphysik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Seminar (Master Physik).

Verantwortlich: Karsten Danzmann, Institut für Gravitationsphysik

Laserinterferometrie

(Laser Interferometry)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 3
(ECTS)

Sprache: keine Angabe

SWS: 3

Regelmäßigkeit: Sommersemester (jährlich)

Inhalte:

- Anwendungen der Laserinterferometrie für Gravitationswellen und zur Erdbeobachtung
- Beschreibung von Lichtfeldern, Interferenz und Strahlteilern
- Modulationstechniken und Modulatoren
- Michelson-, Mach-Zehnder-, homodyn- und heterodyn-Interferometer
- Auslesung per interner, externer oder Schnupp Modulation
- Fabry-Perot Resonatoren (»cavities«) und Pound-Drever-Hall Verfahren
- Beschreibung Gauss'scher Strahlen und höherer Moden
- ABCD Matrizen und Transformation Gauss'scher Strahlen
- Mechanische Güten von aufgehängten Optiken
- Anwendungen zur Messung von Gravitationswellen und des Erdschwerefeldes
- Beschreibung Gauss'scher Strahlen und höherer Mode
- Polarisations-Transferfunktionen und Regelkreise

Grundlegende Literatur:

- Saulson, Fundamentals of Interferometric GW detectors, World Scientific Pub Co Inc
- Siegman: Lasers
- Yariv: Quantum Electronics r

Empfohlene Vorkenntnisse: Optik, Komplexe Lineare Algebra

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Gerhard Heinzl, Institut für Gravitationsphysik

Laborpraktikum Laserinterferometrie

(Lab course: Laser Interferometry)

Veranstaltungstyp:	Laborpraktikum	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	4	SWS:	4

Regelmäßigkeit: Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)

Inhalte:

- Michelson-, Mach-Zehnder-, Sagnac-, Polarisationsinterferometer,
- Power-u. Signalrecycling, Resonant Sideband Extraction, Delaylines
- Modulationsfelder, Schnuppmodulation, externe Modulation
- Homodyn und Heterodyndetektion
- Spektrale Rauschdichte
- Interferometerrauschen und Empfindlichkeit (Quanten-, thermisches Rauschen, ...)
- Mechanische Güten von aufgehängten Optiken

Grundlegende Literatur:

- Saulson, Fundamentals of Interferometric GW detectors, World Scientific Pub Co Inc
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Harald Lück, Institut für Gravitationsphysik

Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente

(Laser Stabilization and Control of Optical Experiments)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: keine Angabe

SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)

Inhalte:

- Laser und die Ursache von Leistungs-, Frequenz- und Strahllagefluktuationen
- Grundlagen der Regelungstechnik
- Längenkontrolle von Interferometern und optischen Resonatoren
- Detektion von Frequenzfluktuationen und deren Unterdrückung
- Detektion von Leistungsfluktuationen und deren Unterdrückung
- Strahllagekontrolle

Grundlegende Literatur:

- Siegman, Lasers, University Science Books
- Yarif, Optical Electronics in Modern Communications, Oxford University Press
- Abramovici, Chapsky, Feedback Control Systems

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Benno Willke, Institut für Gravitationsphysik

Nichtklassisches Licht

(Non-classical Light)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 2
Sprache: keine Angabe
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester (unregelmäßig)

Inhalte:

- Klassische und nichtklassische Zustände des Licht
- Kriterien für Nichtklassizität
- Detektion und Erzeugung von Fock-Zuständen
- Detektion und Erzeugung von gequetschtem Licht
- Quantenzustandstomographie
- EPR-verschränktes (zwei-Moden gequetschtes) Licht
- Optischer Test der Nichtlokalität

Grundlegende Literatur:

- C.C. Gerry und P.L. Knight, Introductory Quantum Optics, University Press, Cambridge (2005).
- H.-A. Bachor und T.C. Ralph, A guide to experiments in quantum optics, Wiley, 2nd edition (2003).

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Quantenoptik, Nichtlineare Optik

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Michèle Heurs, Institut für Gravitationsphysik

Nichtklassische Laserinterferometrie

(Non-classical Laser Interferometry)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Sommersemester (unregelmäßig)

Inhalte:

- Schrotrauschen und Strahlungsdruckrauschen im Interferometer
- Quadraturoperatoren und Input-output-Relationen von Interferometern
- Das Standard Quantenlimit der Positionsmessung
- Quantum-Nondemolition Techniken
- Interferometer mit gequetschtem Licht und anderen nichtklassischen Zuständen des Lichts
- Opto-mechanische Kopplung und optische Federn
- Quantenzustände mechanischer Oszillatoren
- Kühlung mechanischer Oszillatoren in ihren quantenmechanischen Grundzustand
- Verschränkung von Spiegeln und Licht

Grundlegende Literatur:

- Saulson, Fundamentals of Interferometric GW detectors, World Scientific Pub Co Inc
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Quantenoptik, Nichtlineare Optik, Nichtklassisches Licht

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Ausgewählte Themen der Photonik.

Verantwortlich: Michèle Heurs, Institut für Gravitationsphysik

Elektronische Metrologie im Optiklabor

(Electronic Metrology in the Optics Lab)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)

Inhalte:

- Elektronik-Grundlagen: Kirchhoffsche Regeln, Impedanz, Phasorendiagramme
- Operationsverstärker: Funktionsweise und Grundsaltungen
- Schwingkreise und Filter (aktiv / passiv)
- Spectrum Analyser und Network Analyser
- Messung und Interpretation von Transferfunktionen
- Grundlagen der Regelungstechnik
- Photodetektion
- Sensoren und Aktuatoren in optischen Experimenten
- Rauschmessungen

Grundlegende Literatur:

- Horowitz & Hill, The Art of Electronics, Cambridge University Press
- Abramovici & Chapsky, Feedback Control Systems, Kluwer Academic Publishers
- Yariv, Quantum Electronics, Wiley
- Originalliteratur

Empfohlene Vorkenntnisse: [Kohärente Optik](#)

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Michèle Heurs, Institut für Gravitationsphysik

Seminar Nichtklassisches Licht

(Seminar: Non-classical Light)

Veranstaltungstyp:	Seminar	Sprache:	keine Angabe
Leistungspunkte: (ECTS)	3	SWS:	2

Regelmäßigkeit: jedes Semester

Inhalte:

- Non-classical states of light (e.g. Fock states, squeezed states).
- Generation of non-classical states via non-linear optical processes.
- Detection of non-classical states.
- State-of-the-art squeezed states and applications.

Grundlegende Literatur: Wird im Seminar (Master Physik) bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Non-classical light, Quantum optics, Non-linear optics, Coherent optics.

Modulzugehörigkeit: Seminar (Master Physik).

Verantwortlich: Michèle Heurs, Institut für Gravitationsphysik

5.7 Veranstaltungen des Institut für Radioökologie und Strahlenschutz

Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs

(Nuclear Energy and Fuel Cycle, Technical Aspects and Public Discourse)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	deutsch
Leistungspunkte: (ECTS)	2/Semester	SWS:	4

Regelmäßigkeit: Wintersemester (Teil 1) und Sommersemester (Teil 2)

Inhalte:

- Trotz oder gerade wegen des Ausstiegs aus der Kernenergienutzung in Deutschland, ist dieses Thema weiterhin Gegenstand der gesellschaftlichen Diskussion. An dieser Ringvorlesung beteiligen sich neben 3 Dozenten der LUH noch 10 Dozent*innen anderer deutscher Universitäten sowie der ETH Zürich. Sie erstreckt sich über 2 Semester à 2 SWS und spannt den Bogen von den technischen Grundlagen zu den ethischen, sozio-ökologischen, ökonomischen, juristischen und politischen Implikationen der Entsorgung radioaktiver Abfälle.
- Im Wintersemester liegt ein Schwerpunkt auf den technischen Grundlagen. Es wird die Energiesituation global betrachtet und im Folgenden die technischen Grundlagen von Kernenergienutzung, von der Urangewinnung über die Funktionsweise heutiger und zukünftiger Reaktoren bis zur Entsorgung abgebrannten Kernbrennstoffs behandelt. Neben den technischen Aspekten wird begleitend die Problematik aus sozialwissenschaftlichen/ethischen und rechtlichen Gesichtspunkten erläutert.
- Im darauffolgenden Sommersemester wird schwerpunktmäßig das Problem der Endlagersuche auf einer sehr breiten multidisziplinären Basis und aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Perspektiven behandelt. Es bleibt viel Raum für Diskussionen (eigene Meinung erwünscht!)

Grundlegende Literatur:

- Streffer, Radioactive Waste, Springer
- Michaelis, Handbuch Kernenergie
- Heinloth, Die Energiefrage, Vieweg
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Kerne und Teilchen, Strahlenschutz und Radioökologie (von Vorteil, nicht erforderlich)

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Clemens Walther

Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen

(Radioactive Contaminations in the Environment and Risk to Human Health)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: deutsch
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Die Vorlesung behandelt die Vorkommen natürlicher und künstlicher Radionuklide in der Umwelt, beschreibt die Pfade radioaktiver Stoffe durch die Umwelt zum Menschen und gibt eine Bewertung der resultierenden Strahlenexposition und der mit ihnen verbundenen Risiken. Im einzelnen werden folgende Themen behandelt: Strahlenexposition aufgrund der Kernwaffenexplosionen in Hiroshima und Nagasaki sowie den folgenden Jahrzehnten der Kernwaffentests, bei Unfällen in der Kerntechnik: Windscale, Three Mile Island, Chernobyl, Fukushima, Kystym, Kritikalitätsunfälle, verlorene Quellen (Goiania) . Folgen des Uranbergbaus für Beschäftigte und Umwelt. Exposition von Patienten bei Radium- und Radontherapie.

Grundlegende Literatur:

- Richard Rhodes, The making of the Atomic Bomb
- Warner, Kirchmann Nuclear Test Explosions
- Mosey, Reactor Accidents Nuclear Engineering International Special Publications (2006)
- Shaw Radioactivity in the terrestrial environment, Elsevier, Amsterdam (2007)
- Eisenbud, Environmental Radioactivity
- David Atwood, Radionuclides in the Environment, Wiley and Sons, 2010
- Weitere Literatur in der Vorlesung (Originalveröffentlichungen und web links)

Empfohlene Vorkenntnisse: Kerne und Teilchen, Strahlenschutz und Radioökologie

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Clemens Walther

Strahlenschutz und Radioökologie

(Radiation Protection and Radioecology)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: deutsch

SWS: 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte: Die Vorlesung behandelt ionisierende Strahlung, den radioaktiven Zerfall, die Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, natürliche Radioaktivität, biologische Strahlenwirkungen, Konsequenzen für Dosis-Risiko Zusammenhänge, Einwirkung von radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung auf den Menschen, Epidemiologie, Belastungspfade, radioökologische Modellierung der Wege radioaktiver Stoffe zum Menschen, Abschätzung von Strahlenrisiken, Strahlendosis und Strahlenrisiko, Dosis-Wirkungsbeziehungen, Konzept der Kollektivdosis, Strahlenschutzgrundsätze, Festlegung von Dosiswerten, Strahlenschutzmaßnahmen, gesetzliche Strahlenschutzregelungen, EURATOM Grundnormen, Grundsatzfragen des Strahlenschutz (mit der Möglichkeit zum Erwerb der Fachkunde (für SSB S 4.1) beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen nach StrlSchV).

Grundlegende Literatur:

- Vogt, Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes 7. überarbeitete Auflage, Hanser Verlag, 2019. (<https://doi.org/10.3139/9783446459823>)
- Siehl, Umweltradioaktivität, Ernst & Sohn Verlag Berlin (1996)
- Ahrens, Pigeot Handbook of Epidemiology, Springer Berlin Heidelberg New York (2205)
- Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I Nr 41; 2018 I S. 2034)¹, (2018).
- Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung Vom 27. Juni 2017 (BGBl. I Nr. 42, S. 1966) , (2017).
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen, Drucksache 88/12 15.02.12
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Kerne und Teilchen

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Lehramt Physik Bachelor/Master.

Verantwortlich: Clemens Walther

Kernphysikalische Anwendungen in der Umweltphysik

(Nuclear Physics Applications in the Environmental Sciences)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: deutsch

SWS: 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte: Die kernphysikalischen Grundlagen der stellaren Nukleosynthese und die Entstehung der Elemente in Brennprozessen in Sternen sowie Supernova Explosionen (r- und s-Prozess) werden behandelt. Der Begriff der Isotopie wird eingeführt und physikalische und chemische Isotopie-Effekte besprochen. Sowohl natürliche Isotopie-Effekte als auch ihre technische Anwendung in der Isotopentrennung werden behandelt. Allgemein werden stabile und radioaktive Isotope als Tracer und Uhren in Geosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und Biosphäre behandelt. Primäre, radiogene, kosmogene und nukleogene Anomalien der Isotopenhäufigkeiten werden vorgestellt im Hinblick auf Altersbestimmungen, z.B. das Alter der chemischen Elemente, die Formation des Sonnensystems und die Kollisionsgeschichte kleiner Körper im Sonnensystem. Die Kreisläufe von Elementen in der Umwelt werden mit Kompartimentmodellen behandelt und auf das Verhalten spezieller Nuklide wie H-3, Be-10, C-14, Cl-36 und I-129 in der Umwelt angewendet. Die physikalischen Grundlagen der Produktion kosmogener Nuklide in der Atmosphäre und ihre in-situ Produktion in der Erdoberfläche werden dargestellt. Stabile und radioaktive Isotope in den verschiedenen Umweltarchiven erlauben die Untersuchung der Entwicklung der allgemeinen Umweltbedingungen und anthropogener Veränderungen.

Grundlegende Literatur:

- Davis, Meteorites, Comets and Planets
- Siehl, Umweltradioaktivität, Ernst & Sohn Verlag Berlin (1996)
- Oberhummer, Kerne und Sterne, Barth Verlagsgesellschaft, Leipzig (1993)
- Choppin, Rydberg, Liljenzin, Radiochemistry and Nuclear Chemistry, Butterworth Heinemann, Oxford, 1995
- Marmier, Sheldon, Physics of Nuclei and Particles, 2 vol., Academic Press, New York, 1970
- T. Mayer-Kuckuk, Kernphysik (6. Aufl.) Teubner, Stuttgart, 1994
- G.F. Knoll, Radiation detection and measurement, J. Wiley & Sons, New York, 2000
- [Http://www.nucleonica.com/](http://www.nucleonica.com/) : Karlsruhe Chart of Nuclides

Empfohlene Vorkenntnisse: Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene, Kerne und Teilchen, Strahlenschutz und Radioökologie

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Clemens Walther

Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden

(Chemistry and physical analysis of radionuclides)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: englisch
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte: Ziel dieser Vorlesung ist es, Kenntnisse der chemischen und physikalischen Eigenschaften natürlicher und künstlicher Radionuklide zu vermitteln. Wesentliche Pfade der Entstehung/Erzeugung von Radionukliden sollen ebenso diskutiert werden, wie deren Auftreten und Risikopotential in der belebten und unbelebten Umwelt bis hin zu anwendungsorientierten Aspekten wie der nuklearen Forensik. Messung von Strahlungsfeldern, Wechselwirkung Strahlung / Materie, Festkörperkernspurdetektor, Alpha-, Beta- und Gammadetektion, Neutronendetektion, Neutronenaktivierungsanalyse, Kernreaktionen, Wirkungsquerschnitt, Natürliche Radionuklide, natürliche Zerfallsreihen, Kernreaktionen, Radionuklidproduktion, Extraktionschromatographie, Szilard Chalmers Effekt, Kernspaltung, Tritium, Kalium-40, Radiocäsium, Radiostrontium, Radium, Technetium, Radioiod, Radioxenon, CTBT Verifikation, Uran, Plutonium.

Grundlegende Literatur:

- David Atwood, Radionuclides in the Environment, Wiley and Sons, 2010
- Lehto, Hou, Chemistry and Analysis of Radionuclides, Wiley-VCH 2011
- K.H. Lieser, Nuclear and Radiochemistry, Wiley-VCH, 2001
- J.V. Kratz, K.H. Lieser, Nuclear and Radiochemistry, Wiley- VCH, 2013

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Chemie, [Kerne und Teilchen](#)

Modulzugehörigkeit: [Moderne Aspekte der Physik \(Bachelor Physik\)](#), [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Dubchak/Walther

Einführung in die Massenspektrometrie

(Introduction to Mass Spectrometry)

Veranstaltungstyp:	Vorlesung mit Übung	Sprache:	deutsch
Leistungspunkte: (ECTS)	2	SWS:	2

Regelmäßigkeit: unregelmäßig (erst wieder ab 2026)

Inhalte: Nach der Einführung massenspektrometrischer Grundkonzepte werden verschiedene Ionisations-, Massenselektions und Detektionsverfahren, sowie vakuumtechnische Aspekte erläutert. Gängige massenspektrometrische Methoden mit Schwerpunkt auf Element und Isotopenverhältnisanalysen, Bestimmung von Lösungsspezies und bildgebenden MS-Verfahren werden behandelt. Abschließend werden Hochpräzisionsmassenmessungen auch an extrem kurzlebigen Radionukliden und Antimaterie, wie auch der Einsatz von massenspektrometrischen Methoden in der Raumfahrt vorgestellt. Techniken: ICP-MS, AMS, IRMS, TIMS, RIMS, SIMS, ESI MS, Schottky MS, Isochrone MS, Penningfallen-MS.

Grundlegende Literatur:

- Gross, Mass Spectrometry, Springer Berlin (2004)
- Becker, Inorganic mass spectrometry : principles and applications, Wiley (2007)
- Hoffmann, Stroobant, Mass spectrometry : principles and applications, Wiley (2007)

Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik, Elektrodynamik, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene

Modulzugehörigkeit: [Ausgewählte Themen moderner Physik \(Master Physik\)](#).

Verantwortlich: Institut für Radioökologie und Strahlenschutz

Praktikum Strahlenschutz und Radioökologie

(Practical course: Radiation Protection and Radioecology)

Veranstaltungstyp:	Praktikum	Sprache:	deutsch
Leistungspunkte: (ECTS)	6	SWS:	6

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte: Nach Absprache mit den Dozenten

Grundlegende Literatur: Literatur zu den einzelnen Vorträgen wird in der Veranstaltung ausgegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Strahlenschutz und Radioökologie (optional), Kerne und Teilchen

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Physik Lehramt Bachelor/Master.

Verantwortlich: Walther

Seminar Strahlenschutz und Radioökologie

(Seminar: Radiation Protection and Radioecology)

Veranstaltungstyp:	Seminar	Sprache:	deutsch
Leistungspunkte: (ECTS)	3	SWS:	3

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte: Nach Absprache mit den Dozenten

Grundlegende Literatur: Literatur zu den einzelnen Vorträgen wird in der Veranstaltung ausgegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Strahlenschutz und Radioökologie (optional), Kerne und Teilchen

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), Physik Lehramt Bachelor/Master, Chemie Master Analytik.

Verantwortlich: Riebe / Walther

Fachkunde im Strahlenschutz

(Knowledge in Radiation Protection)

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: (ECTS) 2
Sprache: deutsch
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester

Inhalte: Das IRS bietet Strahlenschutzkurse zur Erlangung der Fachkunde im Strahlenschutz gemäß Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung an. Inhalte sind physikalische Grundlagen, Dosis-konzepte, biologische Strahlenwirkung sowie technische und organisatorische Strahlenschutzkonzepte und -regelungen.

Die Studierenden können je nach Interesse einen Strahlenschutzkurs aus dem Kursprogramm des IRS auswählen (www.strahlenschutzkurse.de). Der Umfang der Strahlenschutzkurse liegt zwischen 2 SWS und 6 SWS. Als zusätzliche Qualifikation berechtigt die Teilnahme an diesem Kurs zur Beantragung der »Fachkunde im Strahlenschutz« bei der zuständigen Behörde (Gewerbeaufsichtsamt). Daher werden für den Besuch des Kurses prinzipiell 2 Leistungspunkte vergeben, auch wenn die Dauer des Kurses 2 SWS übersteigt.

Grundlegende Literatur:

- Vahlbruch, Vogt: Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, 7. überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag München 2019 (<https://doi.org/10.3139/9783446459823>)
- Vahlbruch, Vogt: Fit für den technischen Strahlenschutz : 200 Aufgaben zum sicheren Umgang mit Quellen ionisierender Strahlung, Carl Hanser Verlag München 2019 (<https://doi.org/10.3139/9783446459830>)
- [Http://www.nucleonica.com/](http://www.nucleonica.com/) : Karlsruhe Chart of Nuclides
- Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I Nr 41; 2018 I S. 2034), (2018)
- Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung vom 27. Juni 2017 (BGBl. I Nr. 42, S. 1966), (2017).

Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik und Wärme, Elektrizität und Relativität, Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene, Kerne und Elementarteilchen

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Vahlbruch / Walther

Migration Pathways of Radionuclides in the Biosphere

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 2
(ECTS)

Sprache: englisch
SWS: 2

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: The course treats environmental properties of selected radionuclides with a focus on interactions with the biosphere including microbes. Basic aspects of nuclear forensics are presented.

Grundlegende Literatur:

- David Atwood, Radionuclides in the Environment, Wiley and Sons, 2010
- Lehto, Hou, Chemistry and Analysis of Radionuclides, Wiley-VCH 2011
- K.H. Lieser, Nuclear and Radiochemistry, Wiley-VCH, 2001
- J.V. Kratz, K.H. Lieser, Nuclear and Radiochemistry, Wiley- VCH, 2013

Empfohlene Vorkenntnisse: Kerne und Teilchen, Strahlenschutz und Radioökologie

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik).

Verantwortlich: Dubchak / Walther

5.8 Veranstaltungen des Hannoversches Zentrum für Optische Technologien

Introduction to Nanophotonics

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 5
(ECTS)

Sprache: englisch
SWS: 3

Regelmäßigkeit: Wintersemester

Inhalte: Nanophotonics studies light-matter interactions at the nanoscale, and how to engineer the properties of light by exploiting its interaction with nanostructured materials. The course will focus on the theoretical foundations of nanophotonic systems, such as plasmonic nanoantennas, dielectric resonators, metasurfaces, metamaterials, and photonic crystals. The course is enriched with the use of simulation software for nanophotonics, such as Ansys Lumerical and Comsol Multiphysics.

- Optical properties of matter: dispersive media, and fundamentals of plasmonics (surface plasmon polaritons)
- Light scattering by metallic and dielectric nanostructures: Rayleigh approximation, plasmonic resonances, Mie theory, Mie-type resonances, and multipole decomposition
- Theory of periodic systems: diffraction, beam steering, and photonic bandgaps
- Engineering of light properties (amplitude, polarization, phase, propagation direction, spectrum) through arrays of nanostructures: metasurfaces, metamaterials, and photonic crystals
- Numerical techniques: finite-difference time-domain (FDTD) method
- Software for the simulation of nanophotonic systems: Ansys Lumerical and Comsol Multiphysics
- Selected topics of current research.

Grundlegende Literatur:

- Novotny, L., & Hecht, B. (2012). Principles of Nano-Optics (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press
- Gaponenko, S. (2010). Introduction to Nanophotonics. Cambridge: Cambridge University Press
- Maier, S. (2007). Plasmonics: Fundamentals and Applications. Springer, New York

Empfohlene Vorkenntnisse: Knowledge of electromagnetic theory (Maxwell's equations, wave propagation, etc)

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), M. Sc. in Optical Technologies, M. Sc. in Nanotechnology.

Verantwortlich: Antonio Calà Lesina

Introduction to Computational Optics

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 5
(ECTS)

Sprache: englisch
SWS: 3

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: Some optical problems can be solved analytically, but some involve complex geometries and must be solved numerically. In both cases, translating equations into code that can be executed on a computer allows us to find solutions and post-process the data. This course introduces one of the main programming languages for scientific computing, Python, which is then used to solve many relevant optics problems.

The content of the course is as follows:

- Intro to the Python programming language
- Intro to Python libraries NumPy, SciPy and Matplotlib: arrays and matrices, numerical differentiation, integration, root finding, minimization/maximization, eigenvalue problems, discrete Fourier transform, differential equations, generation of figures, movies, read/write of files
- Selected examples from theoretical optics
- Intro to numerical methods: FDTD (finite-difference time-domain) for light propagation in media; FDFD (finite-difference frequency-domain) for mode analysis and propagation in waveguides

Grundlegende Literatur: Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Knowledge of electromagnetic theory (Maxwell's equations, wave propagation, etc)

Modulzugehörigkeit: Moderne Aspekte der Physik (Bachelor Physik), Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), B. Sc. in Optical Technologies, M. Sc. in Optical Technologies, B. Sc. in Nanotechnology, M. Sc. in Nanotechnology.

Verantwortlich: Antonio Calà Lesina

Simulations in Photonics

Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übung
Leistungspunkte: 5
(ECTS)

Sprache: englisch
SWS: 3

Regelmäßigkeit: Sommersemester

Inhalte: A project will be assigned. This requires simulations on a given topic with a final presentation and discussion.

This course is the advanced version of the B.Sc. course 'Programming and Software for Optics'. It aims to present current software solutions for the simulation and design of photonic devices based on wave optics. Simulation tools from the commercial packages Ansys Lumerical (FDTD, FDFD, EME, varFDTD, CHARGE, DGTD, FEEM, HEAT, LumOpt, Interconnect) and Comsol Multiphysics (wave optics module) will be demonstrated for applications in integrated optics, nanophotonics, optical fibers and waveguides, including multiphysics scenarios and optimization techniques. Integration with Matlab/Python will also be demonstrated, as well as solutions for pre-/post-processing.

Grundlegende Literatur: Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Empfohlene Vorkenntnisse: Knowledge of electromagnetic theory (Maxwell's equations, wave propagation, etc)

Modulzugehörigkeit: Ausgewählte Themen moderner Physik (Master Physik), M. Sc. in Optical Technologies, M. Sc. Nanotechnology.

Verantwortlich: Antonio Calà Lesina

6 Weitere Angebote und Ansprechpartner

Viele Fragen zum Studium sollten sich durch Lektüre dieses Modulkatalogs klären lassen. Es gibt aber auch Fragen, die im Beratungsgespräch am einfachsten zu beantworten sind. Dafür stehen Ihnen die folgenden Personen und Einrichtungen zur Verfügung. In diesem Kapitel werden außerdem weitere Institutionen und Einrichtungen vorgestellt, die Angeboten für Studierende der Leibniz Universität Hannover zur Verfügung stellen.

6.1 Ansprechpartner innerhalb der Fakultät

Studienorganisation

Informationen zur Studienorganisation finden Sie in dieser Broschüre, in den aktuellen Prüfungsordnungen und unter www.maphy.uni-hannover.de/de/studium. Bei individuellen Fragen und Problemen können Sie sich an die Studiengangskoordination wenden. Die **Studiengangskoordination** ist die zentrale Anlaufstelle in Studienangelegenheiten. Sie fungiert als kommunikative und organisatorische Schnittstelle zwischen Studierenden und Lehrenden. Die Studiengangskoordination ist damit insbesondere für die Beratung von Studierenden zuständig.

Studiengangskoordination

Studiengangskoordination

Dipl.-Ing. Axel Köhler, Dr. Katrin Radatz, Dipl.-Soz.Wiss. Miriam Redlich

Gebäude 3403, A121, 30167 Hannover

0511 762 5450

sgk@maphy.uni-hannover.de

Fachstudienberatung

Eine individuelle Studienberatung wird grundsätzlich von allen Professorinnen und Professoren angeboten. Darüber hinaus stehen zentrale Fachberater zur Verfügung. Eine Fachstudienberatung sollte besonders in den folgenden Fällen in Anspruch genommen werden:

- vor der Wahl von Studienschwerpunkten, Prüfungsfächern und dem Arbeitsgebiet für die Bachelor- oder Masterarbeit
- bei der Planung eines Studiums im Ausland
- nach nicht bestandenen Prüfungen
- bei Studienfach-, Studiengang- oder Hochschulwechsel.

Die aktuellen Sprechstunden der Fachberaterinnen und Fachberater lassen sich meistens im Internet finden oder können telefonisch, per Post oder per E-Mail erfragt werden.

Fachstudienberatung Mathematik

Prof. Dr. Marc Steinbach

Gebäude 1101, Raum E336, 30167 Hannover

0511 762 3988

mcs@ifam.uni-hannover.de

Fachstudienberatung Physik

Prof. Dr. Tobias J. Osborne

Gebäude 3702, Raum 022, 30167 Hannover

0511 762 17502

tobias.osborne@itp.uni-hannover.de

Fachstudienberatung Mathematik Lehramt

Prof. Dr. Reinhardt Hochmuth

Gebäude 1101, Raum B401, 30167 Hannover

0511 762 4752

hochmuth@idmp.uni-hannover.de

Fachstudienberatung Physik Lehramt

Dr. Dirk Brockmann-Behnsen

Gebäude 1109, Raum 108, 30167 Hannover

0511 762 17296

brockmann-behnsen@idmp.uni-hannover.de

BAföG-Beauftragter

Wenn Sie BAföG beziehen, müssen Sie wahlweise nach dem 3. oder 4. Semester eine Bescheinigung der Fakultät vorlegen, dass Sie in Regelzeit studieren. Wenden Sie sich hierzu an den BAföG-Beauftragten:

BAföG-Beauftragte Mathematik

PD Dr. Lutz Habermann

Gebäude 1101, C420, 30167 Hannover

0511 762 5534

habermann@math.uni-hannover.de

BAföG-Beauftragte Physik

Prof. Dr. Eric Jeckelmann

Gebäude 3701, 225, 30167 Hannover

0511 762 3661

eric.jeckelmann@itp.uni-hannover.de

BAföG-Beauftragte Meteorologie

Prof. Dr. Björn Maronga

Gebäude 4105, F126, 30419 Hannover

0511 762 4101

maronga@meteo.uni-hannover.de

BAföG-Beauftragte Nanotechnologie

Dr. Fritz Schulze-Wischeler

Gebäude 3430, Raum 006, 30167 Hannover

0511 762 16014

schulze-wischeler@lnqe.uni-hannover.de

Fachschaft Mathematik und Physik

Erfahrungsgemäß erhalten Studierende viele Informationen am schnellsten von Mitstudierenden aus dem gleichen oder höheren Semester. Die Fachschaft bietet Kontaktmöglichkeiten zu Ansprechpartnerinnen und -partnern, die in den meisten Fällen - vor allem aufgrund ihrer eigenen Studienerfahrung - viele Fragen klären oder an die jeweils zuständige Beratungsstelle verweisen können. Die jeweils aktuellen Ansprechpartnerinnen und -partner sind im Internet zu finden. Die hauptsächliche Aufgabe des Fachschaftsrats ist die Vertretung der studentischen Interessen in den Gremien der Fakultät. So wirkt er über die studentischen Vertreter/innen z.B. bei der Gestaltung der Prüfungsordnungen mit und kann bei der Neueinstellung von Professorinnen und Professoren in den Berufungskommissionen mitentscheiden. Er wirkt aber auch in fakultätsübergreifenden Gremien mit. Darüber hinaus bietet die Fachschaft auch folgendes an:

- Orientierungseinheiten und gemeinsames Frühstück für alle Studienanfängerinnen und -anfänger in der ersten Woche vor dem Beginn des Wintersemesters
- Kennenlern-Freizeit am Wochenende für Studierende im ersten Semester
- Beratung zu den Mathematik-, Physik-, und Meteorologiestudiengängen
- Hilfe bei Problemen im Studium / mit Dozenten/-innen / Vorlesungsstruktur
- Arbeitsräume mit einer kleinen Lehrbuchsammlung
- eine Sammlung von Klausuren und Prüfungsprotokollen der letzten Jahre
- Erstsemesterparty in der ersten OE-Woche
- die Fachschaftszeitung Physemathenten
- ein Fußballteam in dem alle interessierten Studierenden der Fakultät mitspielen können
- das Grillfest alle zwei Jahre

- „Zahlendre3her“ Partys
- Erstsemesterparty zum Kennenlernen in der OE-Woche
- Regelmäßige Spieleabende sowie eine große Spielesammlung der Fachschaft

Kontakt Fachschaft Mathematik und Physik

Fachschaftsrat Mathematik/Physik

Gebäude 1101, Raum D414, 30167 Hannover

0511 762 7405

info@fsr-maphy.uni-hannover.de

Wer selbst einmal Lust hat, Ansprechpartner zu werden, ist von der Fachschaft herzlich eingeladen, einfach an einer Sitzung des Fachschaftsrates teilzunehmen. Die Sitzungen sind im Semester immer montags um 18.15 Uhr im Fachschaftsraum. Da es sich beim Fachschaftsrat um einen offenen Rat handelt, ist jeder Studierender der Fakultät auf den Sitzungen stimmberechtigt. Dies gilt für alle Abstimmungen, die sich nicht mit Finanzen oder Änderungen der Geschäftsordnung befassen.

Prüfungsausschuss

Der Ablauf des Studiums, insbesondere die zu erbringenden Leistungen, wird durch die jeweiligen Prüfungsordnungen geregelt (siehe. Anhang). Der Prüfungsausschuss achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden. Er entscheidet über Fragen der Anerkennung von Leistungen wie auch bei Widerspruchsverfahren. Ein Anliegen für den Prüfungsausschuss wird in der Regel direkt an den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses gerichtet.

Prüfungsausschuss Mathematik

Prof. Dr. Knut Smoczyk

Gebäude 1101, A415, 30167 Hannover

0511 762 4253

pa-mathe@maphy.uni-hannover.de

Prüfungsausschuss Physik

Prof. Dr. Christian Ospelkaus

Gebäude 1101, D123, 30167 Hannover

0511 762 17644

Pa-physik@maphy.uni-hannover.de

Prüfungsausschuss Meteorologie

Prof. Dr. Björn Maronga

Gebäude 4105, F126, 30419 Hannover

0511 762 4101

maronga@meteo.uni-hannover.de

Prüfungsausschuss Nanotechnologie

Prof. Dr. Dr. h. c. Franz Renz

Gebäude 2501, 191, 30167 Hannover

0511 762 4541

franz.renz@acd.uni-hannover.de

Für Entscheidungen zu den Lehramtsstudiengängen sind eigene Prüfungsausschüsse zuständig, die von der Leibniz School of Education betreut werden.

Zentrale Ansprechpartner

Service Center

Das Service Center der Leibniz Universität Hannover ist die zentrale Anlaufstelle für Studierende und Studieninteressierte. Hier arbeiten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus verschiedenen zentralen Einrichtungen der Universität, die Fragen rund um das Studium beantworten, bei Problemen helfen und die Orientierung an der Leibniz Universität Hannover erleichtern. Während der Öffnungszeiten stehen Mitarbeiter folgender Bereiche zur Beratung zur Verfügung:

- Akademisches Prüfungsamt
- BAFöG-Beratung
- Hochschulbüro für Internationales
- Immatrikulationsamt
- Psychologisch Therapeutische Beratung
- Zentrale Studienberatung

Service Center

Empfang

Gebäude 1101, F101, 30167 Hannover

0511 762 2020

studium@uni-hannover.de

Zentrale Studienberatung (ZSB)

Die Zentrale Studienberatung ist Anlaufstelle für alle Studierenden der Hochschulen Hannovers. Es gibt verschiedenen Beratungsformen:

- Kurzberatung: Kurze Erstinformationsgespräche (Dauer: bis zu 10 Minuten) in der Infothek des ServiceCenter im Hauptgebäude (Mo.- Fr. 10.00 bis 13.00 Uhr)

- Offene Sprechstunde: Einzelberatung in vertraulicher Atmosphäre ohne vorherige Terminvereinbarung. Anmeldung in der Infothek im ServiceCenter (Do. 14.30-17.00)
- Nach Terminvereinbarung über die Servicehotline der Leibniz Universität Hannover (0511-762-2020): Einzelberatung in vertraulicher Atmosphäre

Die Beratung erfolgt zu allen Fragen und Problemen, die in engerem oder weiterem Zusammenhang mit dem Studium stehen; so z.B. bei:

- Studienfachwechsel
- Hochschulwechsel
- Prüfungsproblemen
- berufliche Perspektiven nach dem Studium

Zentrale Studienberatung

ZSB

Gebäude 1101, F101, 30167 Hannover

0511 762 5580

studienberatung@uni-hannover.de

Studieren mit Handicap und/oder einer chronischen Erkrankung

Ein Studium mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung oder auch z.B. Legasthenie kann Schwierigkeiten mit sich bringen und manche Fragen aufwerfen, das gilt für Studierende im ersten Semester ebenso wie für Studierende kurz vor dem Abschluss. Die LUH hält verschiedene Angebote vor, mit denen die Studierenden unterstützt werden, so können Hilfsmittel ausgeliehen, Nachteile in Prüfungen ausgeglichen werden und persönliche Beratung bei vielfältigen Fragen und Problemen in Anspruch genommen werden, so z.B.:

- Wie kann ich mit an der Universität besser zurechtkommen?
- Organisation des Studiums
- Nachteilsausgleich/Prüfungsprobleme
- Wie geht es nach dem Studium weiter?
- ... und was Sie persönlich „umtreibt“...

Die Beauftragte für Studierende mit Handicap/chronischer Erkrankung hilft Ihnen gerne weiter:

Beauftragte für Studierende mit Handicap/chronischer Erkrankung

Christiane Stolz

Gebäude 1101, C306, 30167 Hannover

0511 762 3217

christiane.stolz@zuv.uni-hannover.de

Akademisches Prüfungsamt

Die Prüfungen in den Bachelor- und Masterstudiengängen werden im zentralen Akademischen Prüfungsamt der Universität in Zusammenarbeit mit dem für den jeweiligen Studiengang zuständigen Prüfungsausschuss bzw. Studiendekanat organisiert. Das Prüfungsamt übernimmt insbesondere folgende Aufgaben:

- Prüfungsanmeldungen u. Zulassung
- Prüfungsrücktritte (z.B. infolge Krankheit)
- Zentrale Erfassung von Prüfungsergebnissen
- Ausstellen von Bescheinigungen, z.B. für Kindergeld
- Erstellen von Notenspiegeln für Bewerbungen oder beim Fach- oder Hochschulwechsel
- Erstellen von Zeugnissen und Urkunden

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Akademischen Prüfungsamtes beraten gerne in allen Prüfungsangelegenheiten. Bitte wenden Sie sich an die folgenden Adressen:

Service Center

Empfang

Gebäude 1101, F101, 30167 Hannover

0511 762 2020

studium@uni-hannover.de

Innerhalb des Prüfungsamtes gibt es zurzeit die folgende Zuständigkeit:

Akademisches Prüfungsamt

Thorsten Flenner

Gebäude 3403, A108, 30167 Hannover

0511 762 2020

thorsten.flenner@zuv.uni-hannover.de

Studieren im Ausland Die Leibniz Universität bietet zahlreiche Möglichkeiten einen Teil des Studiums im Ausland zu absolvieren. Zu diesen Möglichkeiten beraten der Auslandsbeauftragte der Fakultät sowie das Hochschulbüro für Internationales. **Auslandsbeauftragter der Fakultät:**

Studieren im Ausland

Dr. Ing. Axel Köhler

Gebäude 3403, A121, 30167 Hannover

0511 762 5450

sgk@maphy.uni-hannover.de

Hochschulbüro für Internationales

Das Hochschulbüro für Internationales bietet Informationen und Service zu Studien- und Forschungsmöglichkeiten im Ausland. Es betreut die Austauschprogramme der Leibniz Universität Hannover und berät zu Stipendien und Fördermöglichkeiten. Im Service Center der Universität stehen Mitarbeiter des Hochschulbüros für Internationales für weitergehende Fragen rund um ein Auslandsstudium zur Verfügung. An der Fakultät wird zurzeit vor allem das Erasmus-Programm genutzt. Im Zuge des Erasmus-Programms der EU sind zahlreiche Universitäten in ganz Europa Partnerschaften zum gegenseitigen Studierendenaustausch eingegangen. Erbrachte Leistungen werden gegenseitig anerkannt. Es müssen an der Partnerhochschule keine Studiengebühren bezahlt werden.

Ombudsperson der Universität

Das Amt der Ombudsperson zur Sicherstellung guter Studienbedingungen dient als Anlaufstelle und Ansprechpartner für Studierende, die allgemeine oder individuelle Probleme, Beschwerden oder Verbesserungsvorschläge bezüglich ihres Studiums und der Lehre haben. Ombudsperson ist Prof. Dr. Stephan Kabelac. Kontakt über:

Ombudsperson

Prof. Dr.-Ing. Stephan Kabelac

Gebäude 8143, 120, 30823 Garbsen

0511 762 2277

ombudsperson@studium.uni-hannover.de

Coaching-Service und Psychologisch-Therapeutische Beratung für Studierende (ptb)

Manchmal lassen die Freude und Begeisterung über das eigene Studium im Laufe der Zeit nach. Durch die zunehmenden Anforderungen, die sowohl das Studium als auch die neue Eigenständigkeit mit sich bringen, kann der Stress zu viel werden. Ohne, dass es einem bewusst ist, kommt man mit der Situation nicht mehr zurecht. Mit Hilfe des speziell auf Sie zugeschnittenen Beratungsservice der Psychologisch-Therapeutischen Beratung (ptb) können Sie lernen, Ihre Wege zur Lösung zu finden.

Psychologisch-Therapeutische Beratung für Studierende

PTB

Gebäude 1139, Eingang, 30167 Hannover

0511 762 3799

info@ptb.uni-hannover.de

Weitere Angebote

Bibliotheken

www.tib.eu In Hannover befindet sich die Technische Informationsbibliothek (TIB) - Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften und Universitätsbibliothek direkt neben dem Hauptgebäude der Universität. Die TIB ist die Deutsche Zentrale Fachbibliothek für Technik/Ingenieurwissenschaften und deren Grundlagenwissenschaften, insbesondere Chemie, Informatik, Mathematik und Physik. Dies bedeutet, dass kein Standort in Deutschland vom Literaturbestand her für ein Studium dieser Fachgebiete besser ausgestat-

tet ist. Außerdem gibt es Institutsbibliotheken. Mit der kostenlosen HOBSY-Bibliothekskarte können alle Studierenden nicht nur in TIB, sondern auch in den Standorten der Stadtbibliothek Bücher ausleihen.

Leibniz Universität IT Services (LUIS)

www.luis.uni-hannover.de Hier werden regelmäßig Kurse zum Umgang mit Programmiersprachen und Betriebssystemen angeboten (z.B. Linux, WINDOWS, C, JAVA usw.). Des Weiteren wird auch eine Reihe von Handbüchern zum Selbststudium herausgegeben (RRZN-Handbücher für staatliche Hochschulen).

Leibniz Language Centre

<https://www.llc.uni-hannover.de> **Das Fachsprachenzentrum bietet für Studierende kostenlose Sprachkurse an.** Für Studierende der Physik sind gute Englischkenntnisse nicht nur für den späteren Beruf unersetzlich, sondern bereits im Studium wichtig, da viele grundlegende Lehrbücher in englischer Sprache herausgegeben werden. Um die vorhandenen Englischkenntnisse für das Studium auszubauen, eignet sich zum Beispiel Englisch für Physik und Mathematik. Des Weiteren werden Grammatikkurse, Vorbereitungskurse für Auslandsaufenthalte und Beruf sowie Kurse für wissenschaftliche Kommunikation und Argumentation angeboten. Selbstverständlich gibt es auch Kurse für diverse andere Sprachen.

ZQS/Schlüsselkompetenzen: Bausteine für Erfolg in Studium und Beruf

Um in Studium, Praktikum und Berufsleben erfolgreich sein zu können, sind neben dem Fachwissen weitere Kompetenzen gefragt. Dazu zählen unter anderem Lernstrategien und Arbeitstechniken, ausgeprägte Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten, ein souveräner Umgang mit Konflikten im Team oder auch interkulturelle Kompetenzen. Entscheidend für den Berufseinstieg sind darüber hinaus klare berufliche Ziele, Praxiserfahrungen, Kontakte zu Arbeitgebern sowie eine überzeugende Bewerbung. Die ZQS/Schlüsselkompetenzen unterstützt Sie u.a. mit:

- Seminare zu Schlüsselkompetenzen mit Leistungspunkten
- Beratung und Workshops rund um Lern- und Arbeitstechniken sowie zum wissenschaftlichen Schreiben von Haus- und Abschlussarbeiten
- Echte Praxisprojekte in Unternehmen und Grundlagen des Projektmanagements
- Beratung und Workshops zu Bewerbung, Praktikum und Berufseinstieg
- Job Shadowing - Ein Tag im Unternehmen „schnuppern“
- Mentoring - Begleitung für den Berufseinstieg
- Firmenkontaktmesse Career Dates
- Praktika- und Stellenbörse Stellenticket

Weitere Informationen unter: www.sk.uni-hannover.de

6.2 Studieren und leben in Hannover

In diesem Abschnitt sollen einige wenige Aspekte des studentischen Lebens aufgeführt werden. Ausführlichere Informationen gibt es auf den Internetseiten von Universität und Studentenwerk Hannover. www.uni-hannover.de www.studentenwerk-hannover.de

Wohnen Ob eigene Wohnung, WG oder Wohnheimplatz - die Suche nach vier Wänden ist für viele der erste Schritt ins Studium. Alle hilfreichen Links sind unter diesem Abschnitt gesammelt.

Eigene Wohnung/WG-Gründung Ist man auf der Suche nach einer Wohnung für sich selbst oder für einer Wohnung eine WG Neugründung, so kommt man um die klassischen Seiten wie z.B. *immoscout* nicht drum herum. Teilweise ist für einzelne (subventionierte) Wohnungen ein sogenannter *Wohnungsberechtigungsschein (B-Schein)* benötigt, davon sollte man sich nicht abschrecken lassen. Als Student ist es in der Regel kein Problem solch einen zu erhalten. Insbesondere für WG-Neugründungen, ist es ratsam sich auch bei den sogenannten Wohnungs- oder Baugenossenschaften umzuhören. Hier ist - vergleichbar mit einer Kaution - bei Eintritt ein Genossenschaftsanteil zu bezahlen, den man mit Austritt aus der Genossenschaft wieder zurückerhält. Aber auch auf Seiten wie WG-Gesucht finden sich vereinzelt Angebote hierfür.

Suche nach einem WG Zimmer Für die Suche nach einem WG-Zimmer ist sowohl für die Anbietenden, wie auch die Suchenden die Seite [WG-gesucht](#), die Anlaufstelle. Gerade zum Vorlauf des Semesterbeginns gilt es hier schnell zu sein und passende WG's möglichst zeitnah nach dem Stellen der Anzeige anzuschreiben. Es ist normal hier oft keine Rückmeldungen zu erhalten, die Anbietenden werden - gerade zu Semesterbeginn - mit Anfragen überflutet. Auf den schwarzen Bretter der Uni (z.B. in den Mensen oder im Lichthof im Hauptgebäude der Uni oder online auf stud.ip) finden sich teilweise auch noch Angebote. Das Schwesternhaus (siehe weiter unten) ist ebenfalls ein Anlaufpunkt für ein WG-Zimmer.

Wohnheimplatz Die Studentenwohnheime sind vom Studentenwerk gestellte, meist preiswerte, Wohnräume für Studenten. Die Gesamtwohndauer ist hier auf 3 Jahre beschränkt. Die Wohnungsvergabe läuft hier über eine Warteliste, ein Anruf über die aktuelle Angebotslage kann hier aber hilfreich sein. Hier kann es sich um Einzelapartment's, Wohnheim-WG's oder sogenannte Flurgemeinschaften handeln. In Flurgemeinschaften hat man sein eigenes Zimmer, Bad und Küche werden aber vom gesamten Flur gemeinschaftlich genutzt. Eine weitere Möglichkeit ist das *Schwesternhaus*. Das Schwesternhaus ist selbstverwaltet. Die studentischen Mieter bestreiten in Eigenregie sämtliche Maßnahmen zur Wartung, Pflege und Modernisierung des Hauses. Hier trägt jeder etwas bei: die Wasserschwestern kümmern sich um Wasserleitungen, die Renoschwestern um bauliche Maßnahmen, die Gartenschwestern um die Pflege des Gartens, und so weiter. Das Schwesternhaus ist offen für alle Geschlechter und Studienrichtungen.

Vorübergehende Unterkunft/Notunterkunft Hat es zum Semesterstart nicht geklappt mit einer Wohnung oder man hat extrem verspätet z.B. im Losverfahren erst den Studienplatz bekommen so gibt es noch Überbrückungsmöglichkeiten für die ersten Monate des Studiums. Zu allererst Sei hier nochmal die WG-Foren genannt, hier werden auch öfters (spontan) Zwischenmietende gesucht. Das Schwesternhaus bietet ebenfalls Notunterkünfte an. Eine andere Möglichkeit bietet die Jugendherberge, diese bietet für Studenten zum Semesterstart besondere Wochen und Monatstarife an. Der AstA bietet eine Schlafplatzbörse an, hier können sich Anbietende sowie Suchende melden, die einen Schlafplatz anbieten oder suchen. Warnhinweis Achtet bitte bei der Suche nach Wohnungen -insbesondere über Foren oder Angebotsseiten - auf die Seriosität der Angebote. Teilweise sind dort Betrüger unterwegs. Überweist nie Geld ohne die Wohnung gesehen und einen Vertrag unterschrieben zu haben.

Hilfreiche Links <https://www.wg-gesucht.de/> (WG-Zimmer) <https://schwesternhaus.de/> (WG-Zimmer, Wohnheim, Notunterkunft) <https://www.studentenwerk-hannover.de/wohnen/uebersicht> (WG-Zimmer, Wohnung, Wohnheim) <https://www.immobilienscout24.de/> (Wohnung, WG-Neugründung) <https://baugenossenschaft.info/baugenossenschaften-niedersachsen/wohnungsgenossenschaften-hannover/> (Übersicht Wohnungs-/Baugenossenschaften Hannover) <https://www.jugendherberge.de/lvb-hannover/long-stay-miete-fuer-studierende/> (Notunterkunft) <https://www.asta-hannover.de/service/soziales/schlafplatzborse/> (Notunterkunft)

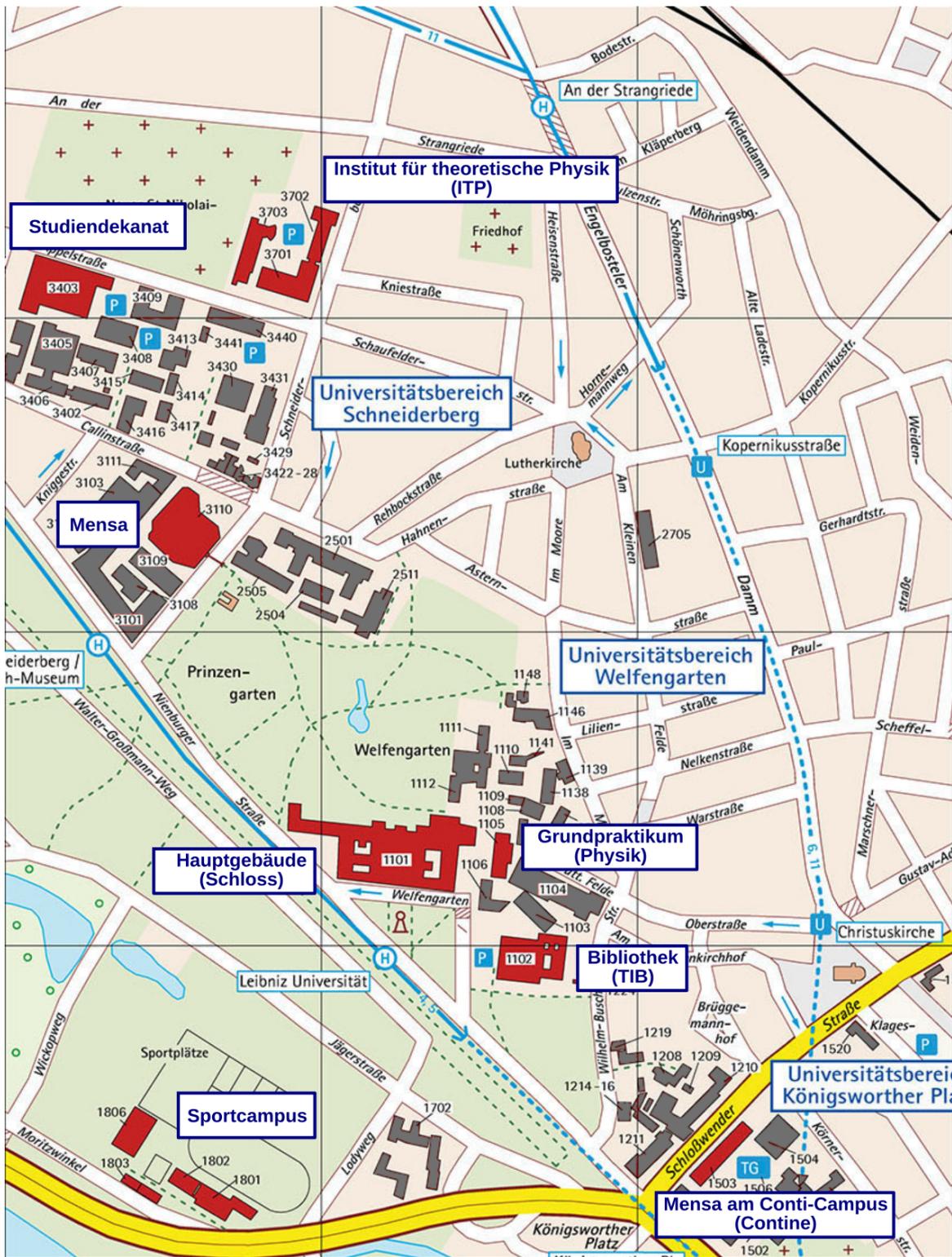
Essen und Trinken In der Hauptmensa kann man aus einer Auswahl von bis zu 10 Gerichten wählen. Die Hauptmensa zählte in diversen Untersuchungen in den Bereichen Qualität, Preis und Auswahl immer wieder zu den besten Mensen Deutschlands. Des Weiteren gibt es für den kleinen Hunger acht Cafeterien an den verschiedenen Universitätsstandorten. Die Cafeteria "Sprengelstube" im Hauptgebäude bietet sich auch zum Aufenthalt zwischen den Vorlesungen an. <https://www.studentenwerk-hannover.de/essen/uebersicht>

Verkehr Mit dem Semesterticket können Studierende die öffentlichen Verkehrsmittel in der Region Hannover und fast alle Nahverkehrszüge in Niedersachsen nutzen. Da der größte Teil der Radwege in einem guten Zustand ist, kommen viele Studierende mit dem Fahrrad zur Universität. Im Semesterbeitrag ist ein geringer Beitrag enthalten, der für die Fahrradwerkstätten verwendet wird, in denen man Fahrräder kostenlos reparieren lassen kann. Nähere Informationen zum Semesterticket und Fahrradwerkstätten sind beim AStA zu bekommen. www.asta-hannover.de

Hochschulsport Der Hochschulsport ist ein Angebot an alle Studierenden, gemeinsam Sport zu treiben, sich zu bewegen und vom Uni-Stress zu erholen. Die verschiedenen Kurse von Aikido über Basketball und Leichtathletik bis Yoga sind überwiegend kostenlos für Studierende oder deutlich billiger als in den meisten Sportvereinen. Zu Beginn jedes Semesters wird das Sportprogramm herausgegeben, aus dem man Kurse auswählen kann. Auch in der vorlesungsfreien Zeit werden Kurse angeboten. Das Sportprogramm ist beim Sportzentrum als Broschüre, aber auch im Internet erhältlich. www.hochschulsport-hannover.de

Finanzielles und Soziales In jedem Semester müssen alle Studierenden einen Semesterbeitrag bezahlen. Dieser wird vor allem für das Semesterticket, den "Verwaltungskostenbeitrag" und das Studentenwerk bezahlt. Sofern das Studium länger als die Regelstudienzeit plus weitere vier Semester dauert, sind jedes Semester sogenannte Langzeitstudiengebühren zu zahlen, wobei es z.T. Ausnahmeregelungen gibt. Der Betrag erhöht sich mit der Länge des Studiums. Hierüber informiert das Immatrikulationsamt. Beratung zum BAFöG bietet die BAFöG-Abteilung des Studentenwerks Hannover und die BAFöG- und Sozialberatung im AStA. <https://www.studentenwerk-hannover.de/geld/bafoeg-antrag> www.asta-hannover.de

HiWi-Jobs und Arbeitsmöglichkeiten Die beste Möglichkeit, nicht nur Geld zu verdienen, sondern auch Erfahrungen für den späteren Beruf zu gewinnen und Studieninhalte zu wiederholen, ist als studentische Hilfskraft im Bereich der Universität zu arbeiten. Hier ist Mitarbeit in der Forschung und Verwaltung der Institute oder im Bereich der Lehre möglich. Bei Interesse empfiehlt es sich die Dozenten und wissenschaftlichen Mitarbeiter direkt anzusprechen. Sie stehen gern beratend zur Verfügung. Daneben bietet Hannover als bedeutende Industrie- und Handelsstadt auch in Firmen, Verwaltung und Dienstleistung sowie bei den Messen (z.B. Hannover Industriemesse) diverse Möglichkeiten für Studierende, Geld zu verdienen.



7 Misc

Diese Veranstaltung ist auch für ein Modul eines anderen Studiengangs verwendbar. Das Modul ist im Modulkatalog des jeweiligen Studiengangs zu finden.