

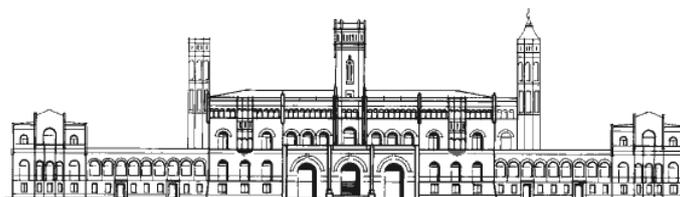


Bachelorstudiengang Physik  
Masterstudiengang Physik

# Modulkatalog

Stand 16.12.2020

Fakultät für Mathematik und Physik  
der Leibniz Universität Hannover



**Kontakt**

Studiendekanat der Fakultät für Mathematik und Physik  
Appelstr. 11 A  
30167 Hannover  
Tel.: 0511/ 762-4466  
studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de

**Studiendekan**

Prof. Dr. Christoph Walker  
Welfengarten 1  
30167 Hannover  
studiendekan@maphy.uni-hannover.de

**Studiengangskoordination**

Dipl.-Ing. Axel Köhler  
Dr. Katrin Radatz  
Appelstr. 11 A  
30167 Hannover  
Tel.: 0511/ 762-5450  
sgk@maphy.uni-hannover.de

## Vorbemerkung

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 Physik 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 Wahlmodulen zugeordnet werden.

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

Physik:

<https://www.maphy.uni-hannover.de/de/studium/studierende/physik/>

## Inhalt

<b>Die Fakultät im Überblick.....</b>	<b>5</b>
<b>Das Studium der Physik an der Leibniz Universität .....</b>	<b>9</b>
<b>Bachelor Physik – Kernmodule.....</b>	<b>16</b>
<b>Bachelor Physik – Wahlpflichtbereich Experimentalphysik .....</b>	<b>27</b>
<b>Bachelor Physik – Experimentalphysik Vertiefung .....</b>	<b>35</b>
<b>Bachelor Physik -- Wahlbereich .....</b>	<b>39</b>
<b>Master Physik - Schwerpunktsphase.....</b>	<b>41</b>
<b>Abschlussarbeiten und Forschungsphase .....</b>	<b>46</b>
<b>Lehrveranstaltungskatalog .....</b>	<b>50</b>
<b>Weitere Angebote und Ansprechpartner für Studieninformation und –beratung .....</b>	<b>131</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>141</b>

## 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. Clemens Walther  
Herrenhäuser Straße 2

[dekan@maphy.uni-hannover.de](mailto:dekan@maphy.uni-hannover.de)

- 3312 / - 5499

30419 Hannover

### Studiendekan

Prof. Dr. Christoph Walker  
Welfengarten 1 (Raum e 340)  
30167 Hannover

[studiendekan@maphy.uni-hannover.de](mailto:studiendekan@maphy.uni-hannover.de)

- 17203/-4466

### Studienprodekan

Prof. Dr. Detlev Ristau  
Callinstraße 34a,  
30167 Hannover

[studienprodekan@maphy.uni-hannover.de](mailto:studienprodekan@maphy.uni-hannover.de)

0511 2788240

-14936

### Geschäftszimmer Studiendekan

Mariana Andonova  
Appelstraße 11A (Raum A120)  
30167 Hannover

[studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de](mailto:studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de)

- 4466

Die Telefonnummern sind 0511 - 762 - \*\*\*\*, wobei \*\*\*\* für die oben angegebenen Nummern steht.

## **Die physikalischen Institute der Fakultät**

[www.maphy.uni-hannover.de/de/institute](http://www.maphy.uni-hannover.de/de/institute)

Die Standorte der physikalischen Institute verteilen sich auf mehrere Gebäude im Stadtgebiet.

Die aktuellen Sprechstunden sind in der Regel auf den Internetseiten der Institute zu finden. Man kann auch per E-Mail oder Telefon einen Termin außerhalb der offiziellen Sprechzeiten vereinbaren.

### **Institut für Festkörperphysik**

[www.fkp.uni-hannover.de](http://www.fkp.uni-hannover.de)

### **Institut für Gravitationsphysik**

[www.aei-hannover.de](http://www.aei-hannover.de)

### **Institut für Quantenoptik**

[www.iqo.uni-hannover.de](http://www.iqo.uni-hannover.de)

### **Institut für Theoretische Physik**

[www.itp.uni-hannover.de](http://www.itp.uni-hannover.de)

### **Institut für Radioökologie und Strahlenschutz**

[www.irs.uni-hannover.de](http://www.irs.uni-hannover.de)

## **Aufbau und Gremien**

Die Fakultät für Mathematik und Physik besteht aus dreizehn Instituten. Zum Bereich der Physik gehören sieben Institute. 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), dem Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE) und der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig.

### **Die Gremien der Fakultät**

Die aktuellen Mitglieder der folgenden Gremien sind der Homepage der Fakultät für Mathematik und Physik ([www.maphy.uni-hannover.de](http://www.maphy.uni-hannover.de)) zu entnehmen. Die E-Mail-Adressen der studentischen Vertreterinnen und Vertreter 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 Physik stellt die Durchführung der Prüfungen für den Bachelor- und Masterstudiengang Physik 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**

[www.fs-maphy.uni-hannover.de](http://www.fs-maphy.uni-hannover.de)

Die Studierenden der Fakultät für Mathematik und Physik bilden die gemeinsame Fachschaft Mathematik/Physik. 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.

Kontakt:

Fachschaft Mathematik/Physik  
Welfengarten 1 (Raum d 414)  
30167 Hannover

[info@fsr-maphy.uni-hannover.de](mailto:info@fsr-maphy.uni-hannover.de)  
Tel.: 0511-762-7405  
[www.fsr-maphy.uni-hannover.de](http://www.fsr-maphy.uni-hannover.de)

## Das Studium der Physik an der Leibniz Universität

### Die Studiengänge

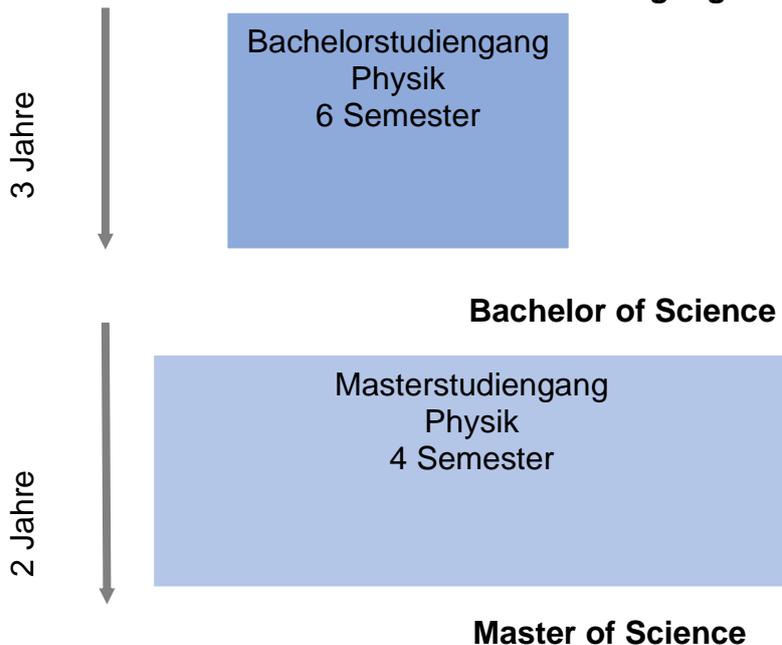
An der Leibniz Universität Hannover können Sie Physik im Rahmen von mehreren Bachelor- (BA) und Masterstudiengängen (MA) studieren. Der Bachelor- und Masterstudiengang Mathematik ist ein Fachstudiengang mit dem Ziel einer Tätigkeit in der Forschung oder in Industriebetrieben. Daneben bieten wir noch 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?

Die **Bachelorstudiengänge in Physik** dienen vornehmlich der wissenschaftsorientierten Grundlagenausbildung. Sie vermitteln 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 drei Grundlagenforschungsschwerpunkten: Festkörperphysik, Quantenoptik und Gravitation. Eine Besonderheit des Physikstudiums an der Leibniz Universität Hannover ist, dass Sie auch vertiefte Kenntnisse in Radioökologie und Strahlenschutz erwerben können. In einem dieser Gebiete werden Sie dann an die Grundlagenforschung herangeführt.

### **Welche Berufsmöglichkeiten gibt es nach dem Studium?**

Die **Bachelorstudiengänge** dienen 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 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 das zum Beispiel vorstellbar.

Die **konsekutiven Masterstudiengänge** sind forschungsorientiert. Ein erfolgreicher Masterabschluss ist in der Regel 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 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.

## Aufbau der Studiengänge

**Bitte beachten Sie, dass als rechtsverbindliche Formulierung aller Prüfungsordnungen ausschließlich die in den Verkündungsblättern der Universität veröffentlichte 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 auf der Homepage der Universität:

[www.uni-hannover.de/de/studium/vor-dem-studium/bewerbung-und-zulassung/voraussetzungen-zum-studium/hochschulzugangsberechtigung/](http://www.uni-hannover.de/de/studium/vor-dem-studium/bewerbung-und-zulassung/voraussetzungen-zum-studium/hochschulzugangsberechtigung/)

Die **Masterstudiengänge** sind zulassungsbeschränkt. Die genauen Regeln (inklusive Ausnahmeregelungen) stehen in den entsprechenden Zugangsordnungen:

[www.uni-hannover.de/bewerbung-und-zulassung/voraussetzungen-zum-studium](http://www.uni-hannover.de/bewerbung-und-zulassung/voraussetzungen-zum-studium)

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**. Die Module erstrecken sich in der Regel über ein bis zwei Semester. Sie erfordern von den Studierenden 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 auf der Internetseite des Prüfungsamts: [www.uni-hannover.de/pruefungsamt](http://www.uni-hannover.de/pruefungsamt)

## **Bachelorstudiengang**

### **Vorbemerkung zu den Studienverlaufsplänen**

In den folgenden Abschnitten finden Sie unter anderem konkrete **Studienverlaufspläne** für die Mathematikstudiengänge 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.

**Bachelor of Science in Physik**

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	LP
Mathematik	Analysis I 10 LP, SL, PL Lineare Algebra 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, PL			38
Experimental Physik	Mechanik und Wärme 6 LP, SL	Elektrizität und Relativität 8 LP, SL	Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene 10 LP, SL	Kerne, Teilchen, Festkörper 10 LP, SL			38
	PL						
Theoretische Physik	Mathematische Methoden der Physik 7 LP, SL,	Theoretische Elektrodynamik 7 LP, SL	Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie 8 LP, SL	Einführung in die Quantentheorie 8 LP, SL	Statistische Physik 8 LP, SL		38
	PL		PL		PL		
Vertiefungsstudium					2 von 3 Vertiefungsmodulen je 8 LP - Festkörperphysik - Atom- und Molekülphysik - Kohärente Optik		16
Physikalische Wahlberei- ch					Mind. 12 LP aus dem Lehrangebot der Physik		12
Schlüsselkompetenzen		Seminar oder Vorlesung 4 LP					4
Wahlpflichtfach	Betriebswirtschaftslehre, Chemie, Elektrotechnik, Geodäsie und Geoinformatik, Informatik, Maschinenbau, Mathematik, Meteorologie, Philosophie und Volkswirtschaftslehre.						16
Präsentation und Projektarbeit				Physik-präsentieren Seminar 3 LP, SL		Bachelorarbeit 15 LP, SL	18
Leistungs- punkte/Prüf- ungsleis- tungen	33/2	29/1	Je nach individueller Planung unterschiedlich.				180

Regelstudienzeit: 6 Semester (insgesamt 180 LP)

### **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, wie auch die Prüfungen Experimentalphysik und Theoretische Physik I abgeschlossen haben.

### **Wahlpflichtfach:**

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

*Standardwahlpflichtfächer* sind Betriebswirtschaftslehre, Chemie, Elektrotechnik, Geodäsie, Informatik, Mathematik, Maschinenbau, Meteorologie, Philosophie, VWL. Studierende, die ein hier nicht aufgeführtes Wahlpflichtfach 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 Wahlpflichtfaches vorlegen.

## **Master of Science in 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, Gravitation und der Photonik. Ein weiteres mögliches Thema ist Radioökologie und Strahlenschutz. Abgerundet und ergänzt werden die Studienmöglichkeiten durch ein interdisziplinäres Wahlpflichtfach.

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.

**Studienverlauf im Masterstudiengang Physik**

Semester / Bereich	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	LP
<b>Vertiefungs- und Schwerpunktphase</b>	<b>2 von 4 fortgeschrittenen Vertiefungsmodulen (je 5 LP):</b> - Fortgeschrittene Festkörperphysik - Gravitationsphysik - Quantenoptik - Quantenfeldtheorie  Je 3V+1Ü				10
	<b>Veranstaltungen</b> aus der Physik mindestens 27 LP  <b>oder</b> <b>Veranstaltungen</b> aus der Physik mindestens 17 LP und <b>Industriepraktikum</b> 10 LP				27
	<b>Seminar</b> 3 LP				3
<b>Schlüsselkompetenzen</b>	Lehrveranstaltung aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums, LUIS; ZfSk oder der Fakultät				4
<b>Wahlpflichtfach</b>	BWL, Chemie, Elektrotechnik, Geodäsie, Informatik, Mathematik, Maschinenbau, Meteorologie, Philosophie, VWL andere Fächer auf Antrag möglich				16
<b>Masterarbeit</b>			Masterarbeit Forschungspraktikum/ Projektplanung		60

## Bachelor Physik – Kernmodule

<b>Analysis I + II</b>		<b>0211</b>		
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester			
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Elmar Schrohe, Institut für Analysis			
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Analysis I (4 SWS) Übung zu Analysis I (2 SWS) Vorlesung Analysis II (4 SWS) Übung zu Analysis II (2 SWS)			
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> jeweils die Übung zu Analysis I und zu Analysis II <b>Prüfungsleistung:</b> eine der Klausuren zu Analysis I oder zu Analysis II			
<b>Notenzusammensetzung</b>	geht nicht in die Bachelornote ein			
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 20	<b>Präsenzstudium (h):</b> 180	<b>Selbststudium (h):</b> 420		
<b>Kompetenzziele:</b> 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.				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <b>Inhalte:</b>  <b>Analysis I:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahlbereiche, systematische Einführung reeller und komplexer Zahlen;</li> <li>• Folgen und Reihen;</li> <li>• Konvergenz und Stetigkeit;</li> <li>• Differentialrechnung für Funktionen in einer Variablen;</li> <li>• Integralrechnung für Funktionen in einer Variablen.</li> <li>• Funktionenfolgen, Potenzreihen</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <b>Analysis II:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Grundbegriffe wie metrische und normierte Räume, Konvergenz, Stetigkeit, Vollständigkeit, Kompaktheit;</li> <li>• 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</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz, Eindeutigkeit, elementare Lösungsmethoden.</li> </ul> </td> </tr> </table>			<b>Inhalte:</b> <b>Analysis I:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahlbereiche, systematische Einführung reeller und komplexer Zahlen;</li> <li>• Folgen und Reihen;</li> <li>• Konvergenz und Stetigkeit;</li> <li>• Differentialrechnung für Funktionen in einer Variablen;</li> <li>• Integralrechnung für Funktionen in einer Variablen.</li> <li>• Funktionenfolgen, Potenzreihen</li> </ul>	<b>Analysis II:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Grundbegriffe wie metrische und normierte Räume, Konvergenz, Stetigkeit, Vollständigkeit, Kompaktheit;</li> <li>• 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</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz, Eindeutigkeit, elementare Lösungsmethoden.</li> </ul>
<b>Inhalte:</b> <b>Analysis I:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahlbereiche, systematische Einführung reeller und komplexer Zahlen;</li> <li>• Folgen und Reihen;</li> <li>• Konvergenz und Stetigkeit;</li> <li>• Differentialrechnung für Funktionen in einer Variablen;</li> <li>• Integralrechnung für Funktionen in einer Variablen.</li> <li>• Funktionenfolgen, Potenzreihen</li> </ul>	<b>Analysis II:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Grundbegriffe wie metrische und normierte Räume, Konvergenz, Stetigkeit, Vollständigkeit, Kompaktheit;</li> <li>• 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</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz, Eindeutigkeit, elementare Lösungsmethoden.</li> </ul>			
<b>Grundlegende Literatur:</b>  H. Amann & J. Escher: <i>Analysis I</i> , Birkhäuser Verlag, 2002  O. Forster: <i>Analysis 1</i> , Vieweg+Teubner 2008  H. Amann & J. Escher: <i>Analysis II</i> , Birkhäuser Verlag, 1999  O. Forster: <i>Analysis 2</i> , Vieweg+Teubner, 2006				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)				
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine				
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>				

<b>Lineare Algebra I</b>		<b>0111</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Klaus Hulek, Institut für Algebraische Geometrie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Lineare Algebra I (4 SWS) Übung zu Lineare Algebra I (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben <b>Prüfungsleistung:</b> Klausur	
<b>Notenzusammensetzung</b>	geht nicht in die Bachelornote ein	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 210
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Eigenschaften von Vektorräumen (Basis und Dimension);</li> <li>• lineare Abbildungen und Matrizen;</li> <li>• Determinanten;</li> <li>• lineare Gleichungssysteme mit Lösungsverfahren (Gauß-Algorithmus);</li> <li>• Eigenwerte und Eigenvektoren;</li> <li>• Diagonalisierung.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  G. Fischer, <i>Lineare Algebra</i> , Vieweg		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Mathematik für Physiker</b>		<b>0050</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Elmar Schrohe, Institut für Analysis	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Mathematik für Physiker I (2 SWS) Übung zu Mathematik für Physiker I (2 SWS) Vorlesung Mathematik für Physiker II (2 SWS) Übung zu Mathematik für Physiker II (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu beiden Übungen <b>Prüfungsleistung:</b> Klausur oder mündliche Prüfung nach Wahl des Dozenten (Prüfung zum Gesamtmodul wird jedes Semester angeboten)	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Klausur bzw. mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8 <b>Gewicht:</b> 2	<b>Präsenzstudium (h):</b> 120	<b>Selbststudium (h):</b> 120
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebesguesche Funktionenräume und Konvergenzsätze</li> <li>• Differentialformen und Integralsätze</li> <li>• Fourieranalysis</li> <li>• Lineare partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Elemente der Funktionentheorie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in der Vorlesung angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Modul „Analysis I + II“		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Grundpraktikum A</b>		<b>1012</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Grundpraktikum I: Grundlagen zur Messdatenanalyse	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Laborübungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 4	<b>Präsenzstudium (h):</b> 60	<b>Selbststudium (h):</b> 60
<b>Kompetenzziele:</b>		
<p>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.</p> <p>Das Erreichen der Kompetenzziele der Laborübung erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.</p>		
<b>Inhalte:</b>		
<b>Mechanik</b>		
Mögliche Praktikumsexperimente: Energiesatz beim Pendel, Schwingungen, gekoppelte Pendel, Kreisel, Ultraschall, Akustik, Maxwellrad		
<b>Thermodynamik</b>		
Mögliche Praktikumsexperimente: Temperatur, Ideales Gas, Viskosität, spezifische Wärme, Wasserdampf, Temperaturstrahlung, Stirlingmotor, kritischer Punkt, Gasdruckfelder/Spezifische Wärme		
<b>Elektrizität</b>		
Mögliche Praktikumsexperimente: el. Widerstand, Schwingkreise, Transistor, Operationsverstärker, Kippschaltung, Rückkopplung, Membranmodell, Galvanometer, Oszilloskop, Rauschanalyse, Speicheroszilloskop		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
 Demtröder, <i>Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik</i> , Springer Verlag  Gerthsen, <i>Physik</i> , Springer Verlag  Tipler, <i>Physik</i> , Spektrum Akademischer Verlag  Feynman, <i>Lectures on Physics</i> , Band 2; Addison-Wesley Verlag		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
Vorlesungen „Mechanik und Wärme“ und „Mathematische Methoden der Physik“		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Grundpraktikum B</b>		<b>1012</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Grundpraktikum II: Physikalische Messmethoden – Elektronische Messtechnik Grundpraktikum III: Physikalische Messmethoden – Computergestützte Verfahren	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Laborübungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 6	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 90
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> mögliche Praktikumsexperimente: Linsen, Mikroskop, Michelson Interferometer, Mach-Zehnder Interferometer, Interferenz/Kohärenz, Beugung, Polarisation, Faraday Effekt, Prisma, Gitter, Fotoeffekt, Absorptionsspektroskopie, Emissionsspektroskopie, Spektralapparat, Röntgenstrahlung..		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Demtröder, <i>Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik</i>, Springer Verlag</li> <li> Gerthsen, <i>Physik</i>, Springer Verlag</li> <li> Tipler, <i>Physik</i>, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li> Feynman, <i>Lectures on Physics</i>, Band 2; Addison-Wesley Verlag</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Vorlesungen „Mechanik und Wärme“, „Elektrizität und Relativität“ und „Mathematische Methoden der Physik“		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Mathematische Methoden der Physik</b>		<b>1111</b>		
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester			
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	L. Santos, Institut für Theoretische Physik			
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Mathematische Methoden der Physik (3 SWS) Übung zu Mathematische Methoden der Physik (2 SWS)			
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übung <b>Prüfungsleistung:</b> Klausur			
<b>Notenzusammensetzung</b>	geht nicht in die Bachelornote ein			
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 7	<b>Präsenzstudium (h):</b> 75	<b>Selbststudium (h):</b> 135		
<b>Kompetenzziele:</b> 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				
<b>Inhalte:</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschleunigte Koordinatensysteme: Scheinkräfte, Kinematik des starren Körpers</li> <li>• Vektoren: Skalar- und Kreuzprodukt, Index-Schreibweise, Determinanten</li> <li>• Raumkurven: Differenzieren, Kettenregel, Gradient, Frenet-Formeln</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsverfahren</li> <li>• Newtonsche Mechanik eines Massenpunkts, Systeme von Massenpunkten</li> <li>• Tensoren: Matrizen, Drehungen, Hauptachsentransformation, Trägheitstensor</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• harmonische Schwingungen: Normalkoordinaten, Resonanz</li> <li>• Funktionen: Umkehrfunktion, Potenzreihen, Taylorreihe, komplexe Zahlen</li> <li>• Integration: ein- und mehrdimensional, Kurven- und Oberflächenintegrale</li> <li>• eindimensionale Bewegung: Lösung mit Energiesatz</li> <li>• krummlinige Koordinaten: Integrationsmaß, Substitution, Delta-Distribution</li> <li>• Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme</li> </ul> </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschleunigte Koordinatensysteme: Scheinkräfte, Kinematik des starren Körpers</li> <li>• Vektoren: Skalar- und Kreuzprodukt, Index-Schreibweise, Determinanten</li> <li>• Raumkurven: Differenzieren, Kettenregel, Gradient, Frenet-Formeln</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsverfahren</li> <li>• Newtonsche Mechanik eines Massenpunkts, Systeme von Massenpunkten</li> <li>• Tensoren: Matrizen, Drehungen, Hauptachsentransformation, Trägheitstensor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• harmonische Schwingungen: Normalkoordinaten, Resonanz</li> <li>• Funktionen: Umkehrfunktion, Potenzreihen, Taylorreihe, komplexe Zahlen</li> <li>• Integration: ein- und mehrdimensional, Kurven- und Oberflächenintegrale</li> <li>• eindimensionale Bewegung: Lösung mit Energiesatz</li> <li>• krummlinige Koordinaten: Integrationsmaß, Substitution, Delta-Distribution</li> <li>• Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschleunigte Koordinatensysteme: Scheinkräfte, Kinematik des starren Körpers</li> <li>• Vektoren: Skalar- und Kreuzprodukt, Index-Schreibweise, Determinanten</li> <li>• Raumkurven: Differenzieren, Kettenregel, Gradient, Frenet-Formeln</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsverfahren</li> <li>• Newtonsche Mechanik eines Massenpunkts, Systeme von Massenpunkten</li> <li>• Tensoren: Matrizen, Drehungen, Hauptachsentransformation, Trägheitstensor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• harmonische Schwingungen: Normalkoordinaten, Resonanz</li> <li>• Funktionen: Umkehrfunktion, Potenzreihen, Taylorreihe, komplexe Zahlen</li> <li>• Integration: ein- und mehrdimensional, Kurven- und Oberflächenintegrale</li> <li>• eindimensionale Bewegung: Lösung mit Energiesatz</li> <li>• krummlinige Koordinaten: Integrationsmaß, Substitution, Delta-Distribution</li> <li>• Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme</li> </ul>			
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feynman, <i>Lectures on Physics</i>, Band 1+2, Addison-Wesley Verlag</li> <li>• Großmann, <i>Mathematischer Einführungskurs für die Physik</i>, Teubner 2000</li> <li>• Nolting, <i>Grundkurs Theoretische Physik 1 - Klassische Mechanik</i>, Springer</li> </ul>				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)</li> </ul>				
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine				
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>				

<b>Klassische Felder und Teilchen</b>				
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester und Wintersemester			
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	H. Frahm, Institut für Theoretische Physik			
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung und Übung Theoretische Elektrodynamik (4 SWS + 2 SWS) Vorlesung und Übung Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie (4 SWS + 2 SWS)			
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben oder Klausur zu jeder Vorlesung <b>Prüfungsleistung:</b> Mündliche Prüfung			
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung			
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 15	<b>Präsenzstudium (h):</b> 165	<b>Selbststudium (h):</b> 285		
<p><b>Kompetenzziele:</b>                      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.</p>				
<p><b>Inhalte:</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorfelder: Vektoranalysis, Integralsätze, Laplace-Operator</li> <li>• Maxwell-Gleichungen: integrale Form, Anfangs- und Randwerte, Grenzflächen</li> <li>• Potentiale, Eichfreiheit, Vakuum-Lösung, Lösung mit Quellen, Retardierung</li> <li>• lineare partielle Differentialgleichungen: Separation, Greensche Funktion</li> <li>• Fourier-Analyse: Funktionenräume, Fourier-Reihen, Fourier-Transformation                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elektrostatik: Randwertprobleme, Potentialtheorie, Multipol-Entwicklung</li> </ul> </li> <li>• Magnetostatik: fadenförmige Stromverteilungen, Feldenergie</li> <li>• bewegte Punktladungen, Lienard-Wiechert-Potentiale</li> <li>• elektromagnetische Wellen: im Vakuum, Einfluss der Quellen, Abstrahlung</li> <li>• Elektrodynamik in Medien</li> <li>• Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagrange-Mechanik: Zwangsbedingungen, Multiplikatoren, Lorentz-Kraft</li> <li>• Variationsrechnung: Funktionalableitung, Extrema mit Nebenbedingungen</li> <li>• Wirkungsprinzip, Noether-Theorem, Erhaltungssätze</li> <li>• Dynamik des starren Körpers: Euler-Gleichungen, Kreisel, Präzession, Nutation</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik: Legendre-Transformation, kanonische Gl., Erhaltungssätze</li> <li>• kanonische Transformationen: Phasenportrait, symplektische Struktur, Invarianten</li> <li>• kovariante Formulierung von Maxwell &amp; Lorentz, Lagrangedichte, Erhaltungssätze</li> <li>• spezielle Relativität: Kinematik, Dynamik von Massenpunkten, Vierer-Notation</li> </ul> </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorfelder: Vektoranalysis, Integralsätze, Laplace-Operator</li> <li>• Maxwell-Gleichungen: integrale Form, Anfangs- und Randwerte, Grenzflächen</li> <li>• Potentiale, Eichfreiheit, Vakuum-Lösung, Lösung mit Quellen, Retardierung</li> <li>• lineare partielle Differentialgleichungen: Separation, Greensche Funktion</li> <li>• Fourier-Analyse: Funktionenräume, Fourier-Reihen, Fourier-Transformation                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elektrostatik: Randwertprobleme, Potentialtheorie, Multipol-Entwicklung</li> </ul> </li> <li>• Magnetostatik: fadenförmige Stromverteilungen, Feldenergie</li> <li>• bewegte Punktladungen, Lienard-Wiechert-Potentiale</li> <li>• elektromagnetische Wellen: im Vakuum, Einfluss der Quellen, Abstrahlung</li> <li>• Elektrodynamik in Medien</li> <li>• Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagrange-Mechanik: Zwangsbedingungen, Multiplikatoren, Lorentz-Kraft</li> <li>• Variationsrechnung: Funktionalableitung, Extrema mit Nebenbedingungen</li> <li>• Wirkungsprinzip, Noether-Theorem, Erhaltungssätze</li> <li>• Dynamik des starren Körpers: Euler-Gleichungen, Kreisel, Präzession, Nutation</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik: Legendre-Transformation, kanonische Gl., Erhaltungssätze</li> <li>• kanonische Transformationen: Phasenportrait, symplektische Struktur, Invarianten</li> <li>• kovariante Formulierung von Maxwell &amp; Lorentz, Lagrangedichte, Erhaltungssätze</li> <li>• spezielle Relativität: Kinematik, Dynamik von Massenpunkten, Vierer-Notation</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorfelder: Vektoranalysis, Integralsätze, Laplace-Operator</li> <li>• Maxwell-Gleichungen: integrale Form, Anfangs- und Randwerte, Grenzflächen</li> <li>• Potentiale, Eichfreiheit, Vakuum-Lösung, Lösung mit Quellen, Retardierung</li> <li>• lineare partielle Differentialgleichungen: Separation, Greensche Funktion</li> <li>• Fourier-Analyse: Funktionenräume, Fourier-Reihen, Fourier-Transformation                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elektrostatik: Randwertprobleme, Potentialtheorie, Multipol-Entwicklung</li> </ul> </li> <li>• Magnetostatik: fadenförmige Stromverteilungen, Feldenergie</li> <li>• bewegte Punktladungen, Lienard-Wiechert-Potentiale</li> <li>• elektromagnetische Wellen: im Vakuum, Einfluss der Quellen, Abstrahlung</li> <li>• Elektrodynamik in Medien</li> <li>• Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagrange-Mechanik: Zwangsbedingungen, Multiplikatoren, Lorentz-Kraft</li> <li>• Variationsrechnung: Funktionalableitung, Extrema mit Nebenbedingungen</li> <li>• Wirkungsprinzip, Noether-Theorem, Erhaltungssätze</li> <li>• Dynamik des starren Körpers: Euler-Gleichungen, Kreisel, Präzession, Nutation</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik: Legendre-Transformation, kanonische Gl., Erhaltungssätze</li> <li>• kanonische Transformationen: Phasenportrait, symplektische Struktur, Invarianten</li> <li>• kovariante Formulierung von Maxwell &amp; Lorentz, Lagrangedichte, Erhaltungssätze</li> <li>• spezielle Relativität: Kinematik, Dynamik von Massenpunkten, Vierer-Notation</li> </ul>			
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landau-Lifschitz, <i>Lehrbuch der Theoretischen Physik</i>, Band I+II, Harri</li> <li>• J.D. Jackson, <i>Klassische Elektrodynamik</i>, Gruyter, Walter de GmbH</li> <li>• Römer &amp; Forger, <i>Elementare Feldtheorie</i>, Wiley</li> <li>• Nolting, <i>Grundkurs Theoretische Physik 3 - Elektrodynamik</i>, Springer</li> <li>• H. Goldstein, Poole &amp; Safko, <i>Classical Mechanics</i>, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co</li> <li>• L.N. Hand and J. D. Finch, <i>Analytical Mechanics</i>, Cambridge University Press</li> <li>• Arnold, <i>Classical Mechanics</i>, Springer</li> </ul>				

<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• „Mathematische Methoden der Physik“</li></ul>
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine
<b>Verwendbarkeit:</b> Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)

<b>Quantentheorie und Statistische Physik</b>		<b>1113</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester und Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	E. Jeckelmann, Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung und Übung „Einführung in die Quantentheorie“ (4 SWS + 2 SWS) Vorlesung und Übung „Statistische Physik“ (4 SWS + 2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu jeder Lehrveranstaltung <b>Prüfungsleistung:</b> Mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	16	<b>Präsenzstudium (h):</b> 180 <b>Selbststudium (h):</b> 300
<b>Kompetenzziele:</b>		
<p>Die Studierenden haben einen Überblick über die Gebiete der Mechanik, Elektrodynamik, Quantenmechanik und Statistische Physik. Sie verstehen diese Gebiete als Teilgebiete eines umfassenden physikalischen Theoriegebäudes.</p> <p>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.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die mathematische Beschreibung der Hauptsätze. 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 viele mathematisch behandeln.</p>		
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonen als einfache Quantensysteme, Bewegung von Teilchen, Schrödingergleichung</li> <li>• Hamilton-Formalismus: Postulate, Transformationen, Zeitentwicklungsbilder</li> <li>• Einfache Systeme: Oszillator, Potentialschwelle, Potentialtopf, periodisches Potential</li> <li>• Drehimpuls: Symmetrien, Drehimpulsalgebra, Darstellungen, Addition von Drehimpulsen, Spin</li> <li>• Zentralpotential: Separation der Schrödinger-Gleichung, Coulomb-Potential</li> <li>• Näherungsverfahren: zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie, Variationsverfahren, Semiklassik, Anwendungen</li> <li>• Mehrteilchensysteme: identische Teilchen, Fock-Raum, Hartree-Fock, Moleküle, Quantenfeld</li> </ul>	<p>Grundlegende Konzepte in der statistischen Mechanik: Wahrscheinlichkeitstheorie, statistische Ensembles, Zustandssumme, Dichtematrix, Entropie</p> <p>Ideale Gase: mehratomige Gase, Fermi-Gas, Bose-Gas, nichtwechselwirkende Spins, Quasiteilchen</p> <p>Phänomenologische Theorie (Thermodynamik): Hauptsätze der Thermodynamik, Wärmemaschinen, irreversible Prozesse, thermodynamische Potentiale und Relationen</p> <p>Wechselwirkende Systeme: Molekularfeldtheorie, Monte-Carlo Simulationen, Ising Modell, Perkolation, reale Gase, Phasenübergänge</p> <p>Nichtgleichgewichts-Statistik: Fluktuationen, Brownsche Bewegung, kinetische Gleichungen, Transport</p>
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>📖 F. Schwabl, <i>Quantenmechanik</i>, Springer</li> <li>📖 J.J. Sakurai, <i>Modern Quantum Mechanics</i>, Pearson</li> <li>📖 Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>, Springer</li> <li>📖 L.D. Landau, E.M. Lifshitz, <i>Theoretische Physik</i>, Bd V+VI, Harri</li> <li>📖 L.P. Kadanoff, <i>Statistical Physics: Statics, Dynamics and Renormalization</i>, World Scientific Pub Co</li> <li>📖 C. Kittel, H. Krömer, <i>Thermodynamik</i>, Oldenbourg</li> <li>📖 F. Schwabl, <i>Statistische Physik</i>, Springer</li> </ul>		

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

„Mathematische Methoden“, „Theoretische Elektrodynamik“, „Analytische Mechanik“ und „Spezielle Relativitätstheorie“

**ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:** keine

**Verwendbarkeit:**

- Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)

<b>Physik präsentieren</b>		<b>1611</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekanat	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Proseminar (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Seminarleistung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 3	<b>Präsenzstudium (h):</b> 30	<b>Selbststudium (h):</b> 60
<p><b>Kompetenzziele:</b>                      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.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische Themen (Auswahl aus einem vom Dozenten vorgegeben Themenfeld)</li> <li>• Vorbereitung einer Präsentation</li> <li>• Erfolgsfaktoren einer verständlichen Präsentation</li> <li>• Visualisierungsmedien wirksam einsetzen</li> <li>• Umgang mit Lampenfieber</li> <li>• Wissenschaftliche Diskussion</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b>                      Wird zum jeweiligen Thema benannt</p>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Absprache mit den Dozenten</li> </ul>		
<p><b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine</p>		
<p><b>Verwendbarkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

## Bachelor Physik – Wahlpflichtbereich Experimentalphysik

Die im Folgenden beschriebenen fünf Veranstaltungen

- Vorlesung und Übung Mechanik und Wärme
- Vorlesung und Übung Elektrizität und Relativität
- Vorlesung und Übung Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene
- Vorlesung und Übung Kerne und Teilchen
- Vorlesung und Übung Festkörper

können in zwei Varianten abgeprüft werden:

### Variante 1)

#### Modul Experimentalphysik A

<b>Experimentalphysik A</b>		
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Übung Mechanik und Wärme (4 SWS + 2 SWS)</li> <li>• Vorlesung und Übung Elektrizität und Relativität (4 SWS + 2 SWS)</li> <li>• Vorlesung und Übung Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene (4 SWS + 2 SWS)</li> <li>• Vorlesung und Übung Kerne und Teilchen (2 SWS + 2 SWS)</li> <li>• Vorlesung und Übung Festkörper (2 SWS + 2 SWS)</li> </ul>	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen zu allen Lehrveranstaltungen <b>Prüfungsleistung:</b> Mündliche Prüfungen über die Lehrveranstaltungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	28	<b>Präsenzstudium (h): 360</b> <b>Selbststudium (h):480</b>
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		

**Verwendbarkeit:**  
Bachelorstudiengang Physik

## Variante 2)

Besuch der Module „Experimentalphysik B1“ und „Experimentalphysik B2“

<b>Experimentalphysik B1</b>		
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Übung Mechanik und Wärme (4 SWS + 2 SWS)</li> <li>• Vorlesung und Übung Elektrizität und Relativität (4 SWS + 2 SWS)</li> </ul>	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen zu allen Lehrveranstaltungen <b>Prüfungsleistung:</b> Mündliche Prüfungen über die Lehrveranstaltungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	14	<b>Präsenzstudium (h): 180</b> <b>Selbststudium (h):240</b>
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden Bereiche Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik und Relativitätstheorie der Experimentalphysik. Sie haben Parallelen und Querverbindungen dieser einzelnen Bereiche erkannt und können diese in einer wissenschaftlichen Diskussion darstellen.		
<b>Inhalte:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> Bachelorstudiengang Physik		

<b>Experimentalphysik B2</b>		
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Übung Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene (4 SWS + 2 SWS)</li> <li>• Vorlesung und Übung Kerne und Teilchen</li> <li>• Vorlesung und Übung Festkörper (2 SWS + 2 SWS)</li> </ul>	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen zu allen Lehrveranstaltungen <b>Prüfungsleistung:</b> Mündliche Prüfungen über die Lehrveranstaltungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	14	<b>Präsenzstudium (h): 180</b> <b>Selbststudium (h):240</b>
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Modul Experimentalphysik B1		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> Bachelorstudiengang Physik		

<b>Veranstaltung Mechanik und Wärme</b>		<b>1011</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Mechanik und Wärme (4 SWS) Übung zu Mechanik und Wärme (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene der Mechanik und Wärme gewonnen. Sie kennen die einschlägigen Gesetzmäßigkeiten und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen. Die Studierenden sind mit der Bearbeitung von Beispielaufgaben der Mechanik und Wärme vertraut und können Aufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad eigenständig lösen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik eines Massepunktes</li> <li>• Newtonsche Axiome</li> <li>• Arbeit, Energie und Potential</li> <li>• Harmonischer Oszillator</li> <li>• Systeme von Massepunkten, Stöße, Impulserhaltung</li> <li>• Drehbewegung, Dynamik starrer, ausgedehnter Körper</li> <li>• Bezugssysteme, Scheinkräfte</li> <li>• Das <math>1/r^2</math>-Gesetz, Gravitation, Keplersche Gesetze</li> <li>• Mechanische Schwingungen und Wellen</li> <li>• Reale feste und flüssige Körper, Oberflächenspannung, Reibung</li> <li>• Strömende Flüssigkeiten und Gase, Bernoullische Gleichung</li> <li>• Temperatur, ideales Gas, Wärmekapazität, Freiheitsgrade</li> <li>• Transportvorgänge, Diffusion, Wärmeleitung</li> <li>• Umwandlung von Energie, Hauptsätze, Zustandsänderungen, Kreisprozesse, Wärmekraftmaschinen, Entropie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Demtröder, <i>Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme</i>, Springer Verlag</li> <li> Gerthsen, <i>Physik</i>, Springer Verlag</li> <li> Tipler, <i>Physik</i>, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li> Feynman, <i>Lectures on Physics</i>, Band 1; Addison-Wesley Verlag</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Veranstaltung Elektrizität und Relativität</b>		<b>1012</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Elektrizität und Relativität (4 SWS) Übung zu Elektrizität und Relativität (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<p><b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verfügen über fundiertes Faktenwissen auf dem Gebiet der Elektrizitäts- und Relativitätslehre. Sie sind in der Lage, die einschlägigen Gesetzmäßigkeiten herzuleiten und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen. Die Studierenden können Aufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad eigenständig lösen.</p>		
<p><b>Inhalte:</b> <b>Vorlesung und Übung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik, Coulomb-Gesetz, Multipole, Gauß-Satz, Kondensatoren</li> <li>• Der elektrische Strom, Ohm'sches Gesetz, Kirchhoff'sche Regeln, Stokes-Satz, Ladungserhaltung</li> <li>• Statische Magnetfelder, Biot-Savart-Gesetz, Permanentmagnete, Lorentz-Kraft, stationäre Maxwell-Gleichungen, Hall-Effekt</li> <li>• Zeitlich veränderliche Felder, Induktion, Lenz'sche Regel, Wechselstrom, dynamische Maxwell-Gleichungen</li> <li>• Magnetische und elektrische Eigenschaften von Materie, Maxwell-Gleichungen in Materie</li> <li>• Elektromagnetische Schwingungen und die Entstehung elektromagnetischer Wellen, Energie des e.m. Feldes, Schwingkreise, Hertz'scher Dipol</li> <li>• Elektromagnetische Wellen im Vakuum, Wellengleichung, Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Elektromagnetische Wellen in Materie, Brechungsindex, Absorption, Dispersion</li> <li>• Bewegte Bezugssysteme, Spezielle Relativitätstheorie, Michelson-Morley, Lorentz-Transformation, Doppler-Effekt, Addition von Geschwindigkeiten</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Demtröder, <i>Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Gerthsen, <i>Physik</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Tipler, <i>Physik</i>, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>📖 Feynman, <i>Lectures on Physics</i>, Band 2; Addison-Wesley Verlag</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Vorlesungen „Mechanik und Wärme“ und „Mathematische Methoden der Physik“</p>		
<p><b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine</p>		
<p><b>Verwendbarkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Veranstaltung Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene</b>		<b>1013</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	U. Morgner, IQO	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Optik, Atome, Moleküle und Quantenphänomene (4 SWS) Übung zu Optik, Atome, Moleküle und Quantenphänomene (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen die fundamentalen experimentellen Befunde und verstehen die zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Optik und Atomphysik. Die Studierenden sind in der Lage, diese Gesetzmäßigkeiten eigenständig auf physikalische Problemstellungen anzuwenden.		
<b>Inhalte:</b> <b>Optik, Atome, Moleküle und Quantenphänomene</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrische Optik</li> <li>• Komplexer Brechungsindex</li> <li>• Optik an Grenzflächen</li> <li>• Linsen und einfache optische Instrumente, Photometrie</li> <li>• Polarisation, Doppelbrechung, optische Aktivität</li> <li>• Interferenz, Beugung, Streuung</li> <li>• Gauß'sche Optik, Resonatoren, Laser</li> <li>• Schwarzkörperstrahlung, Photoeffekt, Compton-Effekt, Welle-Teilchen-Dualismus</li> <li>• Wellenfunktion im Kastenpotential, Materiewellen, Schrödingergleichung, Tunneleffekt, Wasserstoffatom</li> <li>• Die Struktur von Atomen, Bohr'sches Atommodell, Quantenzahlen, Pauli-Prinzip, Spin, Zeeman-Effekt, Feinstruktur, Spin-Bahn-Kopplung</li> <li>• Auswahlregeln, Röntgenspektren, atomare Einheiten</li> <li>• Atome mit mehreren Elektronen, Aufbau des Periodensystems</li> <li>• Moleküle: chemische Bindung, Molekülpotential, Molekülorbitale, Vibration, Rotation, Franck-Condon-Prinzip</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Demtröder <i>Experimentalphysik 2 und 3</i> , Springer Verlag  Berkeley <i>Physikkurs</i>  Bergmann/Schäfer  Haken, Wolf, <i>Atom- und Quantenphysik</i> , Springer Verlag		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Veranstaltungen „Mechanik und Wärme“, „Elektrizität und Relativität“		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Veranstaltung Physik IV Teil A: Kerne, Teilchen</b>		<b>1014</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Kerne, Teilchen (4 SWS) Übung zu Kerne, Teilchen (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen die fundamentalen experimentellen Befunde und Gesetzmäßigkeiten der Struktur der Materie von Elementarteilchen. Sie verstehen die Bezüge zu den grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Mechanik, Elektrodynamik und Quantenmechanik. Die Studierenden sind in der Lage, diese Gesetzmäßigkeiten eigenständig auf physikalische Problemstellungen anzuwenden.		
<b>Inhalte:</b> <b>Kerne, Teilchen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe Energien bei Kernen, Wirkungsquerschnitt, Schrödingergleichung, Heisenberg</li> <li>• Radioaktiver Zerfall, Nuklidkarte, Kerneigenschaften Teilcheneigenschaften</li> <li>• Starke KK, Bindungsenergie, Tröpfchenmodell</li> <li>• alpha Zerfall inkl. Gamov</li> <li>• Kernkräfte, Schalenmodell</li> <li>• gamma Zerfall inkl. Übergänge</li> <li>• schwache WW</li> <li>• beta Zerfall inkl Fermi Theorie</li> <li>• Neutronen, Moderation, Spaltung</li> <li>• Kernreaktionen, kollektive Anregungen, Compound Kern</li> <li>• Fusion</li> <li>• Hadronen, Leptonen, Bosonen</li> </ul>		
 <b>Grundlegende Literatur:</b> Demtröder <i>Experimentalphysik 2 und 3</i> , Springer Verlag  T. Mayer-Kuckuk <i>Kernphysik</i> , Teubner  Berkeley Physikkurs  Bergmann/Schäfer  Haken, Wolf, <i>Atom- und Quantenphysik</i> sowie <i>Molekülphysik und Quantenchemie</i> , Springer Verlag		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Module „Mechanik und Wärme“, „Elektrizität und Relativität“, und „Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene“		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Veranstaltung Physik IV Teil B: Festkörper</b>		<b>1014</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Festkörper (4 SWS) Übung zu Festkörper (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<p><b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen die fundamentalen experimentellen Befunde und Gesetzmäßigkeiten der Struktur der Materie von Elementarteilchen bis zur Festkörperphysik. Sie verstehen die Bezüge zu den grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Mechanik, Elektrodynamik und Quantenmechanik. Die Studierenden sind in der Lage, diese Gesetzmäßigkeiten eigenständig auf physikalische Problemstellungen anzuwenden</p>		
<p><b>Inhalte:</b> <b>Festkörper</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristalle und Kristallstrukturen</li> <li>• Bindungskräfte in Festkörpern</li> <li>• Beugung und Streuung in Kristallstrukturen</li> <li>• Gitterschwingungen, Quantisierung, Phononen</li> <li>• Thermische Eigenschaften von Festkörpern</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 R.Groß, A.Marx <i>Festkörperphysik</i>, De Gruyter</li> <li>📖 Demtröder <i>Experimentalphysik 2 und 3</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Berkeley Physikkurs</li> <li>📖 Bergmann/Schäfer</li> <li>📖 Haken, Wolf, <i>Atom- und Quantenphysik sowie Molekülphysik und Quantenchemie</i>, Springer Verlag</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Module „Mechanik und Wärme“, „Elektrizität und Relativität“, und „Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene“</p>		
<p><b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine</p>		
<p><b>Verwendbarkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

## Bachelor Physik – Experimentalphysik Vertiefung

Die im Folgenden beschriebenen drei Veranstaltungen

- Vorlesung, Laborpraktikum und Übung Einführung in die Festkörperphysik
- Vorlesung, Laborpraktikum und Übung Atom- und Molekülphysik
- Vorlesung, Laborpraktikum und Übung Kohärente Optik

sind in einem Modul zusammengefasst

<b>Vertiefungsbereich</b>		
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung, Laborpraktikum und Übung Einführung in die Festkörperphysik (2 SWS + 3 SWS + 2 SWS)</li> <li>• Vorlesung, Laborpraktikum und Übung Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Vorlesung, Laborpraktikum und Übung Kohärente Optik (3 SWS + 1 SWS + 3 SWS)</li> </ul>	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen und Laborpraktikum zu zwei Lehrveranstaltungen <b>Prüfungsleistung:</b> Mündliche Prüfungen über die zwei Lehrveranstaltungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	16	<b>Präsenzstudium (h): 210</b> <b>Selbststudium (h): 270</b>
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Je nach Lehrveranstaltung		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> siehe unten.		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> abgeschlossenes Modul Experimentalphysik A bzw. Experimentalphysik B1 und Experimentalphysik B2		
<b>Verwendbarkeit:</b> Bachelorstudiengang Physik		

<b>Veranstaltung Einführung in die Festkörperphysik</b>		<b>1211</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	M. Oestreich, Institut für Festkörperphysik Abteilung Nanostrukturen	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung Einführung in die Festkörperphysik (2 SWS) Übung zu Einführung in die Festkörperphysik (2 SWS) Praktikum zur Einführung in die Festkörperphysik (3 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen und Laborübung	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden. Das Erreichen der Kompetenzziele der Laborübung erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristalle und Kristallstrukturen</li> <li>• reziprokes Gitter</li> <li>• Kristallbindung</li> <li>• Gitterschwingungen, thermische Eigenschaften, Quantisierung, Zustandsdichte</li> <li>• Fermigas</li> <li>• Energiebänder</li> <li>• Halbleiter, Metalle, Fermiflächen</li> <li>• Anregungen in Festkörpern</li> <li>• experimentelle Methoden: Röntgenbeugung, Rastersonden- und Elektronenmikroskopie, Leitfähigkeit, Magnetowiderstand, Halleffekt, Quantenhalleffekt</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Ashcroft and Mermin, <i>Solid State Physics</i>, Oldenbourg</li> <li>📖 C. Kittel, <i>Einführung in die Festkörperphysik</i>, Oldenbourg</li> <li>📖 K. Kopitzki, <i>Einführung in die Festkörperphysik</i>, Vieweg+Teubner</li> <li>📖 H. Ibach, H. Lüth, <i>Festkörperphysik</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module „Mechanik und Wärme“, „Elektrizität und Relativität“, „Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene“ und „Kerne, Teilchen, Festkörper“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b>		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Vertiefungsmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Veranstaltung Atom- und Molekülphysik</b>		<b>1311</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	C. Ospelkaus, Institut für Quantenoptik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Atom- und Molekülphysik (3 SWS) Übung Atom- und Molekülphysik (1 SWS) Praktikum Laborpraktikum Atom- und Molekülphysik (2 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen und Laborübung	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Atom- und Molekülphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden. Das Erreichen der Kompetenzziele der Laborübung erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung H-Atom</li> <li>• Atome in statischen elektrischen und magnetischen Feldern</li> <li>• Fein-/Hyperfeinstrukturen atomarer Zustände</li> <li>• Wechselwirkung mit dem EM Strahlungsfeld</li> <li>• Mehrelektronensysteme</li> <li>• Atomspektren/Spektroskopie</li> <li>• Vibration und Rotation von Molekülen</li> <li>• Elektronische Struktur von Molekülen</li> <li>• Dissoziation und Ionisation von Molekülen</li> <li>• Ausgewählte Experimente der modernen Atom- und Molekülphysik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 T. Mayer-Kuckuck, <i>Atomphysik</i>, Teubner, 1994</li> <li>📖 B. Bransden, C. Joachain, <i>Physics of Atoms and Molecules</i>, Longman 1983</li> <li>📖 H. Haken, H. Wolf, <i>Atom- und Quantenphysik sowie Molekülphysik und Quantenchemie</i>, Springer</li> <li>📖 R. Loudon, <i>The Quantum Theory of Light</i>, OUP, 1973</li> <li>📖 W. Demtröder, <i>Molekülphysik</i>, Oldenbourg, 2003 ISBN: 3486249746</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module „Einführung in die Quantentheorie“ oder „Theoretische Physik C“ und „Mechanik und Wärme“, „Elektrizität und Relativität“, „Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene“ und „Kerne, Teilchen, Festkörper“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b>		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Vertiefungsmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Veranstaltung Kohärente Optik</b>		<b>1312</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	E. M. Rasel, Institut für Quantenoptik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Kohärente Optik (3 SWS) Übung zu Kohärente Optik (1 SWS) Laborpraktikum Kohärente Optik (3 SWS)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen und Laborübung	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Kohärenten Optik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden. Das Erreichen der Kompetenzziele der Laborübung erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maxwellgleichungen und EM Wellen</li> <li>• Wellenoptik, Matrixoptik (ABCD, Jones, Müller, Streu, Transfer...)</li> <li>• Beugungstheorie, Fourieroptik</li> <li>• Resonatoren, Moden</li> <li>• Licht-Materie-Wechselwirkung (klassisch / halbklassisch, Bloch-Modell)</li> <li>• Ratengleichungen, Laserdynamik</li> <li>• Lasertypen, Laserkomponenten, Laseranwendungen</li> <li>• Modengekoppelte Laser</li> <li>• Einmodenlaser</li> <li>• Laserrauschen/-stabilisierung</li> <li>• Laserinterferometrie</li> <li>• Modulationsfelder und Homodyndetektion</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Meschede, <i>Optik, Licht und Laser</i>, Teubner Verlag</li> <li>📖 Menzel, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li>📖 Born/Wolf, <i>Principles of Optics</i>, Pergamon Press</li> <li>📖 Kneubühl/Sigrist, <i>Laser</i>, Teubner</li> <li>📖 Reider, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li>📖 Yariv, Hecht, Siegmann</li> <li>📖 Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module „Mechanik und Wärme“, „Elektrizität und Relativität“, „Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene“ und „Kerne, Teilchen, Festkörper“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Vertiefungsmodul)</li> </ul>		

## Bachelor Physik -- Wahlbereich

Moderne Aspekte der Physik		1601	
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester		
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in		
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Auswahl von Lehrveranstaltungen im Umfang von mind. 12 LP gemäß Vorlesungsverzeichnis bzw. nach Lehrveranstaltungskatalog (s.u.)		
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung		
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 12 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 240	<b>Selbststudium (h):</b> 240	
<b>Kompetenzziele:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b> Weiterführende Veranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden. Die Prüfungsleistung erstreckt sich über Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 4 LP nach Wahl der Studierenden.			
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> „Grundvorlesungen der Physik“			
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine			
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelorstudiengang Physik (physikalische Wahlmodul)</li> </ul>			

<b>Schlüsselkompetenzen</b>		????
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 2-4	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	60-120
<b>Kompetenzziele:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie erlernen und beherrschen exemplarische Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Inhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik</li> </ul>		

## Master Physik - Schwerpunktsphase

Ausgewählte Themen moderner Physik A		1621
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 27 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> <b>Gewicht:</b>	27 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> <b>Selbststudium (h):</b>
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> Fortgeschrittene Lehrveranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden Die Prüfung erstreckt sich über thematisch zusammenhängende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 12 LP.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Gemäß Lehrveranstaltungskatalog		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Schwerpunktsphase)</li> </ul>		

<b>Ausgewählte Themen moderner Physik B</b>		<b>1622</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 17 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 17 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b>	<b>Selbststudium (h):</b>
<b>Kompetenzziele:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> Fortgeschrittene Lehrveranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden Die Prüfung erstreckt sich über thematisch zusammenhängende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 12 LP.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Gemäß Lehrveranstaltungskatalog		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Ist zusammen mit dem Modul Industriepraktikum zu wählen		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Schwerpunktsphase)</li> </ul>		

<b>Seminar</b>		<b>1622</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Seminar	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> Seminarleistung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Seminarleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 3 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 30	<b>Selbststudium (h):</b> 60
<b>Kompetenzziele:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, sich ein aktuelles Wissensgebiet selbstständig zu erarbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Physik strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann. Durch die Gestaltung des Vortrags können sie die Zuhörer auch für ein komplexes Spezialthema interessieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, eine ansprechende Präsentation zu erstellen. (PowerPoint o.ä.).</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer).</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede.</li> </ul> <p>Das Erreichen der Kompetenzziele erfordert eine kontinuierliche Teilnahme.</p>		
<b>Inhalte:</b> Fortgeschrittene Themen der Physik		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in den Lehrveranstaltungen bekanntgegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Schwerpunktphase)</li> </ul>		

<b>Schlüsselkompetenzen</b>		<b>1970</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 4 - 10	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	120 -300
<b>Kompetenzziele:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie erlernen und beherrschen exemplarische Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Inhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b>		
keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik</li> <li>• Studierende des englischen Zweiges des MA Physik absolvieren in Abhängigkeit vom Resultat der verpflichtenden Beratung Sprachkurse in Deutsch in einem Umfang von bis zu 10 LP in diesem Modul.</li> <li>• Für alle anderen Studierenden umfasst dieses Modul 4 LP</li> </ul>		

<b>Industriepraktikum</b>		<b>1831</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Praktikumsbeauftragte/r	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	-	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Praktikumsbericht	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10	<b>Präsenzstudium (h):</b>	<b>Selbststudium (h):</b>
<p><b>Kompetenzziele:</b> 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.</p>		
<p><b>Inhalte:</b> 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</p>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Das Praktikum ist vorab genehmigungspflichtig durch den/die Vorsitzende/n des Prüfungsausschusses.		
<b>Verwendbarkeit:</b> Master Studiengang Physik (Modul Ausgewählte Themen moderner Physik B )		

## Abschlussarbeiten und Forschungsphase

Bachelorprojekt		9001
<b>Semesterlage</b>	Beginn ganzjährig möglich	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Projekt „Bachelorarbeit“ Seminar „Arbeitsgruppenseminar“	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> Bachelorarbeit <b>Studienleistung:</b> Seminarleistung	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	15	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b> 450
<p><b>Kompetenzziele:</b> 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.</p> <p><b>Prüfungsverfahren:</b> Das Thema der Bachelorarbeit wird von der oder dem Prüfenden nach Rücksprache mit dem Prüfling festgelegt. Die Ausgabe ist aktenkundig zu machen und dem Prüfling sowie dem Studiendekanat schriftlich mitzuteilen. Mit der Ausgabe des Themas wird die oder der Prüfende bestellt. Während der Anfertigung der Arbeit wird der Prüfling von der oder dem Prüfenden betreut.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten</li> <li>• Selbstständige Projektarbeit unter Anleitung</li> <li>• Wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Präsentationstechniken</li> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag</li> <li>• Diskussionsführung</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Aktuelle Literatur zum Thema der Bachelorarbeit</li> <li>📖 Stickel-Wolf, Wolf, <i>Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken</i>, 2004, ISBN: 3-409-31826-7</li> <li>📖 Walter Krämer, <i>Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?</i>, 1999, ISBN: 3-593-36268-6, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47</li> <li>📖 Abacus communications, <i>The language of presentations</i>, CDROM Lehr- und Trainingsmaterial</li> <li>📖 Alley, <i>The Craft of Scientific Presentation</i>, Springer</li> <li>📖 Day, <i>How to write &amp; publish a scientific paper</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Kernmodul des jeweiligen Bachelorstudiengangs</p>		
<p><b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgeschlossenes Modul „Mathematik für Physiker“ und bestandene Modulübergreifende Prüfungen Experimentalphysik und Theoretische Physik I</li> </ul>		
<p><b>Verwendbarkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Modul Bachelorprojekt)</li> </ul>		



<b>Forschungspraktikum /Projektplanung</b>		<b>9031</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Praktikum „Forschungspraktikum“ Projekt „Projektplanung für die Masterarbeit“ Seminar „Arbeitsgruppenseminar“	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Seminarleistung <b>Prüfungsleistung:</b> Vortrag	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 30	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	900
<b>Kompetenzziele:</b> 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. Sie sind in der Lage, einen wissenschaftlichen Vortrag zu halten und ihr eigenes Forschungsprojekt im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft darzustellen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturrecherche</li> <li>• Einarbeitung in theoretische Verfahren bzw. experimentelle Verfahren</li> <li>• Diskussion von Problemstellungen aktueller Forschung im Arbeitsgruppenseminar</li> <li>• Definition einer wissenschaftlichen Problemstellung</li> <li>• Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Erstellung, Vorstellung und Diskussion eines Projektplans</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Aktuelle Literatur zum jeweiligen Forschungsbereich</li> <li>📖 Abacus communications, <i>The language of presentations</i>, CDROM Lehr- und Trainingsmaterial</li> <li>📖 Alley, <i>The Craft of Scientific Presentation</i>, Springer</li> <li>📖 Stickel-Wolf, Wolf, <i>Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken</i>, ISBN: 3-409-31826-7, Gabler Verlag</li> <li>📖 Steinle, Bruch, Lawa, (Hrsg.), <i>Projektmanagement: Instrument moderner Dienstleistung</i>, 1995, ISBN 3-929368-27-7, FAZ</li> <li>📖 Little, (Hrsg.), <i>Management der Hochleistungsorganisation</i>, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1990</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Vertiefungsmodule des jeweiligen Masterstudiengangs</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Module der Forschungsphase)</li> </ul>		

<b>Masterarbeit</b>		<b>9021</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>		
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	Prüfungsleistung: Masterarbeit	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Masterarbeit	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 30	<b>Präsenz- Selbststudium (h):</b>	900
<p><b>Kompetenzziele:</b> 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.</p> <p><b>Prüfungsverfahren:</b> Das Thema der Masterarbeit wird von der oder dem Erstprüfenden nach Rücksprache mit dem Prüfling festgelegt. Die Ausgabe ist aktenkundig zu machen und dem Prüfling sowie dem Studiendekanat schriftlich mitzuteilen. Mit der Ausgabe des Themas werden die oder der Erstprüfende und die oder der Zweitprüfende bestellt. Während der Anfertigung der Arbeit wird der Prüfling von der oder dem Erstprüfenden betreut.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Bearbeitung einer aktuellen wissenschaftlichen Problemstellung in einem internationalen Forschungsumfeld</li> <li>• Schriftliche Dokumentation und mündliche Präsentation des Forschungsprojekts und der Ergebnisse</li> <li>• Wissenschaftliche Diskussion der Ergebnisse</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Aktuelle Literatur zur jeweiligen wissenschaftlichen Problemstellung</li> <li> Day, <i>How to write &amp; publish a scientific paper</i>. Cambridge University Press</li> <li> Walter Krämer, <i>Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?</i>, 1999, ISBN: 3-593-36268-6, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47.</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		
<p><b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mind. 40 Leistungspunkte</li> </ul>		
<p><b>Verwendbarkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik</li> </ul>		

## Lehrveranstaltungskatalog

<b>Lehrveranstaltungskatalog .....</b>	<b>50</b>
Tabelle Zuordnung der Lehrveranstaltungen.....	52
Institut für Theoretische Physik.....	56
Fortgeschrittene Quantentheorie .....	56
Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie .....	57
Theoretische Quantenoptik und Quantendynamik .....	58
Computerphysik .....	59
Theoretische Festkörperphysik .....	60
Statistische Feldtheorie .....	61
Seminar zur Theorie der kondensierten Materie .....	62
Fortgeschrittene Computerphysik.....	63
Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie.....	64
Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen .....	65
Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen .....	66
Ergänzungen zur klassischen Physik .....	67
Einführung in die Teilchenphysik.....	68
Institut für Festkörperphysik .....	69
Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen .....	69
Oberflächenphysik.....	70
Vom Atom zum Festkörper.....	71
Seminar zu Vom Atom zum Festkörper.....	72
Grundlagen der Halbleiterphysik .....	73
Halbleitermesstechnik in der Photovoltaik .....	74
Rastersondentechnik.....	75
Molekulare Elektronik .....	76
Methoden der Oberflächenanalytik.....	77
Laborpraktikum Methoden der Oberflächenanalytik .....	78
Physik der Nanostrukturen .....	79
Optische Spektroskopie von Festkörpern.....	80
Quantenstrukturbaulemente .....	81
Physik der Solarzelle .....	82
Seminar „Aktuelle Forschungsfragen der Photovoltaik“ .....	83
Einführung in die elektronische Messdatenerfassung und -verarbeitung mit LabView.....	84
Laborpraktikum Festkörperphysik.....	85
Thermodynamik, Kinetik und Struktur von Defekten in Halbleitern.....	86
Physik in Nanostrukturen.....	86
Introduction to Nanophysics .....	88
Laborpraktikum Growth and Characterization of Nanostructures .....	89
Laborpraktikum Optical Characterization of nanostructures .....	90
Laborpraktikum Nanomaterials in energy storage devices .....	91
Institut für Quantenoptik .....	92
Nichtlineare Optik .....	92
Photonik .....	93
Seminar zu Photonik .....	94
Atomoptik .....	95

Laborpraktikum Optik .....	96
Festkörperlaser .....	97
Optische Schichten.....	98
Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik .....	101
Biophotonik - Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen .....	102
Einführung in die Biophysik .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Physics of Life .....	104
Bionische Oberflächen durch Laserstrahlung .....	105
Nichtklassische Atomoptik.....	106
Institut für Gravitationsphysik.....	107
Data Analysis .....	107
Laborpraktikum Data Analysis.....	108
Neutron Stars and Black Holes .....	109
Seminar Gravitationswellen.....	110
Seminar Gravitationsphysik.....	111
Laserinterferometrie .....	112
Laborpraktikum Laserinterferometrie.....	113
Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente .....	114
Nichtklassisches Licht .....	115
Nichtklassische Laserinterferometrie.....	116
Elektronische Metrologie im Optiklabor .....	117
Institut für Radioökologie und Strahlenschutz.....	118
Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs .....	118
Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen .....	119
Strahlenschutz und Radioökologie .....	120
Kernphysikalische Anwendungen in der Umweltphysik.....	121
Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden.....	122
Nukleare Forensik .....	123
Seminar/Praktikum Strahlenschutz und Radioökologie .....	126
Fachkunde im Strahlenschutz .....	128
Seminar Grundzüge des wissenschaftlichen Arbeitens.....	129
Wissenschaftliches Publizieren .....	130

**Tabelle Zuordnung der Lehrveranstaltungen**

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor Physik	Master Physik	
	Moderne Aspekte der Physik	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar
Fortgeschrittene Quantentheorie	X	X	
Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie	X	X	X
Theoretische Quantenoptik und Quantendynamik	X	X	
Computerphysik	X	X	
Theoretische Festkörperphysik		X	
Statistische Feldtheorie		X	
Seminar zur Theorie der kondensierten Materie		X	X
Fortgeschrittene Computerphysik	X	X	
Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie		X	
Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen		X	
Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen		X	X
Ergänzungen zur klassischen Physik		X	X
Einführung in die Teilchenphysik	X	X	
Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen	X	X	
Oberflächenphysik		X	
Vom Atom zum Festkörper	X	X	
Seminar zu Vom Atom zum Festkörper		X	X
Grundlagen der Halbleiterphysik		X	
Halbleitermesstechnik in der Photovoltaik	X	X	

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor	Master	
	Physik	Physik	
	Moderne Aspekte der Physik	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar
Rastersondentechnik	X	X	
Molekulare Elektronik	X	X	
Methoden der Oberflächenanalytik	X	X	
Laborpraktikum Methoden der Oberflächenanalytik		X	
Physik der Nanostrukturen		X	
Optische Spektroskopie von Festkörpern		X	
Quantenstrukturbaulemente		X	
Physik der Solarzelle	X	X	
Seminar „Aktuelle Forschungsfragen der Photovoltaik		X	X
Einführung in die elektronische Messdatenerfassung und –verarbeitung mit LabView	X	X	
Laborpraktikum Festkörperphysik		X	
Thermodynamik, Kinetik und Struktur von Defekten in Halbleitern		X	
Physik in Nanostrukturen	X	X	
Introduction to Nanophysics		X	
Laborpraktikum Growth and Characterization of Nanostructures		X	
Laborpraktikum Optical Characterization of Nanostructures		X	
Laborpraktikum Nanomaterials in energy storage devices		X	
Nichtlineare Optik	X	X	
Photonik		X	
Seminar zu Photonik		X	

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor Physik	Master Physik	
	Moderne Aspekte der Physik	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar
Atomoptik		X	
Laborpraktikum Optik	X	X	
Festkörperlaser		X	
Optische Schichten	X	X	
Laborpraktikum Data Analysis	X	X	
Einführung in die Biophysik	X	X	
Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik	X	X	
Biophotonik - Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen	X	X	
Physics of Life	X	X	
Bionische Oberflächen durch Laserstrahlung	X		
Nichtklassische Atomoptik		X	
Data Analysis		X	
Neutron Stars and Black Holes		X	
Seminar Gravitationswellen		X	X
Seminar Gravitationsphysik		X	X
Laserinterferometrie		X	
Laborpraktikum Laserinterferometrie		X	
Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente	X	X	
Nichtklassisches Licht		X	
Nichtklassische Laserinterferometrie		X	

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor Physik	Master Physik	
	Moderne Aspekte der Physik	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar
Elektronische Metrologie im Optiklabor		X	
Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs	X	X	
Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen	X	X	
Strahlenschutz und Radioökologie	X	X	
Kernphysikalische Anwendungen in der Umweltphysik	X	X	
Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden	X	X	
Einführung in die Massenspektrometrie		X	
Laborpraktikum Strahlenschutz	X	X	
Seminar Strahlenschutz und Radioökologie			X
Fachkunde im Strahlenschutz	X	X	
Seminar Grundzüge des wissenschaftlichen Arbeitens			X

## Lehrveranstaltungen der Physik

### Institut für Theoretische Physik

<b>Fortgeschrittene Quantentheorie</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielteilchensysteme: Identische Teilchen, Fock-Raum, Feldquantisierung</li> <li>• Offene Quantensysteme: Dichtematrix, Messprozess, Bell'sche Ungleichung</li> <li>• Information und Thermodynamik: Zustandssummen, Entropie, thermodynamisches Gleichgewicht</li> <li>• Semiklassische Näherung: Bohr-Sommerfeld, Tunneleffekt, Pfadintegral</li> <li>• Relativistische Quantenmechanik: Raum-Zeit-Symmetrien, Dirac-Gleichung</li> <li>• Streutheorie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 W. Greiner and J. Reinhardt, <i>Theoretische Physik 7 (Quantenelektrodynamik) und 7a (Feldquantisierung)</i>, Springer</li> <li>📖 R.H. Landau, <i>Quantum Mechanics II, A Second Course in Quantum Theory</i>, Wiley-VCH</li> <li>📖 A. Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>, Springer</li> <li>📖 M.E. Peskin &amp; D.V. Schroeder, <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li>📖 J.J. Sakurai, <i>Modern Quantum Mechanics</i>, Addison Wesley</li> <li>📖 F. Schwabl, <i>Quantenmechanik für Fortgeschrittene</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Mathematik für Physiker“</li> <li>• „Einführung in die Quantentheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Fortgeschrittene Quantentheorie belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> W. Greiner and J. Reinhardt, <i>Theoretische Physik 7 (Quantenelektrodynamik) und 7a (Feldquantisierung)</i>, Springer</li> <li> R.H. Landau, <i>Quantum Mechanics II, A Second Course in Quantum Theory</i>, Wiley-VCH</li> <li> A. Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>, Springer</li> <li> M.E. Peskin &amp; D.V. Schroeder, <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li> J.J. Sakurai, <i>Modern Quantum Mechanics</i>, Addison Wesley</li> <li> F. Schwabl, <i>Quantenmechanik für Fortgeschrittene</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Mathematik für Physiker“</li> <li>• „Einführung in die Quantentheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Theoretische Quantenoptik und Quantendynamik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldquantisierung, Casimir-Effekt</li> <li>• Fockzustände, thermische Zustände, kohärente Zustände</li> <li>• Phasenraumverteilungen (P-Funktion, Husimi-Funktion, Wigner-Funktion)</li> <li>• Nichtklassisches Licht</li> <li>• Atom-Feld-Wechselwirkung (Störungstheorie, Rabi-Oszillationen, Jaynes-Cummings-Modell, Floquet-Theorie, Fluoreszenz, spontane Emission)</li> <li>• Stochastische Methoden (Mastergleichung, Fokker-Planck-Gleichung), parametrische Verstärkung</li> <li>• Atomoptik, Cavity-QED, starke Laserfelder</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> C. Gerry und P. Knight, <i>Introductory Quantum Optics</i>, Cambridge University Press</li> <li> S. Barnett, <i>Methods in theoretical quantum optics</i>, Clarendon Press</li> <li> D. Walls und G. Milburn, <i>Quantum Optics</i>, Springer</li> <li> H.-J. Kull, <i>Laserphysik</i>, Oldenbourg</li> <li> W. Schleich, <i>Quantum optics in phase space</i>, Wiley-VCH</li> <li> C. Joachain, N. Kylstra und R. Potvliege, <i>Atoms in intense laser fields</i>, Cambridge University Press</li> <li> R. Loudon, <i>The Quantum Theory of Light</i>, Oxford Science Publications</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Theoretische Elektrodynamik“</li> <li>• „Einführung in die Quantentheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Computerphysik</b>		
<b>SWS</b> 2+2	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende numerische Methoden (Differentiation, Integration, Interpolation, Lösung einer nicht-linearen Gleichung, Systeme linearer algebraischer Gleichungen, Monte Carlo-Methoden)</li> <li>• Numerische Lösung gebräuchlicher Probleme der Physik (Differentialgleichungen, Eigenwertprobleme, Optimierung, Integration und Summen vieler Variablen)</li> <li>• Anwendungen aus der Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und Quantenmechanik</li> <li>• Datenanalyse (statistische Analyse, Ausgleichsrechnung, Extrapolation, spektrale Analyse)</li> <li>• Visualisierung (graphische Darstellung von Daten)</li> <li>• Einführung in die Simulation physikalischer Systeme (dynamische Systeme, einfache Molekulardynamik)</li> <li>• Computer-Algebra</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Wolfgang Kinzel und Georg Reents, „<i>Physik per Computer</i>“, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li> S.E. Koonin and D.C. Meredith, „<i>Computational Physics</i>“, Addison-Wesley</li> <li> W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, „<i>Numerical Recipes in C++</i>“, Cambridge University Press</li> <li> J.M. Thijssen, „<i>Computational Physics</i>“, Cambridge University Press</li> <li> Tao Pang, „<i>An Introduction to Computational Physics</i>“, Cambridge University Press</li> <li> S. Brandt, „<i>Datenanalyse</i>“, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li> V. Blobel und E. Lohrmann, „<i>Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse</i>“, Teubner Verlag</li> <li> R.H. Landau, M.J. Paez, and C.C. Bordeianu, <i>Computational Physics</i>, Wiley-VCH, 2007</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrung mit dem Computer und Grundlagen der Programmierung.</li> <li>• „Analysis I+II“</li> <li>• „Theoretische Elektrodynamik“</li> <li>• „Analytische Mechanik“ und „Spezielle Relativitätstheorie“</li> <li>• „Einführung in die Quantentheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik/Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Theoretische Festkörperphysik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester (im Wechsel mit Statistischer Feldtheorie)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportphänomene</li> <li>• Elektronische Korrelationen</li> <li>• niedrigdimensionale Systeme</li> <li>• Magnetismus</li> <li>• Supraleitung</li> <li>• Unordnung und Störstellen</li> <li>• Mesoskopische Systeme</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> P.G. deGennes, <i>Superconductivity of Metals and Alloys</i>, Perseus Publishing, 1999, Westview Press</li> <li> C. Kittel: <i>Quantum Theory of Solids</i>, Wiley</li> <li> W. Nolting: <i>Quantentheorie des Magnetismus, Band I + II</i>, Teubner Verlag</li> <li> J.M. Ziman, <i>Electrons and Phonons</i>, Oxford University Press, 2000</li> <li> H. Bruus and K. Flensberg, <i>Many Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics</i> (Oxford University Press, 2004)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Fortgeschrittene Quantentheorie“</li> <li>• „Quantenfeldtheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Statistische Feldtheorie</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester (im Wechsel mit Theoretischer Festkörperphysik)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandssumme als Pfadintegral</li> <li>• kritische Phänomene</li> <li>• kondensierte Materie in zwei Dimensionen</li> <li>• Quantenspinnketten</li> <li>• Nichtgleichgewichtsphänomene</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> A. Altland and B. Simons, <i>Condensed Matter Field Theory</i> (Cambridge University Press, 2006)</li> <li> H. Bruus and K. Flensberg, <i>Many Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics</i> (Oxford University Press, 2004)</li> <li> J.M. Thijssen, <i>Computational Physics</i> (Cambridge University Press, 2007)</li> <li> D. J. Amit &amp; V. Martin-Mayor: <i>Field theory, the renormalization, group, and critical phenomena</i> (World Scientific 2005)</li> <li> G. Mussardo: <i>Statistical field theory: An introduction to exactly solved models in statistical physics</i>, (Oxford 2010)</li> <li> A. M. Tsvelik: <i>Quantum field theory in condensed matter physics</i>, (Cambridge 2003)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Fortgeschrittene Quantentheorie“</li> <li>• „Quantenfeldtheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zur Theorie der kondensierten Materie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Theoretische Festkörperphysik oder Statistische Feldtheorie belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Siehe Theoretische Festkörperphysik und Statistische Feldtheorie sowie aktuelle Forschungspublikationen		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Fortgeschrittene Quantentheorie“</li> <li>• „Quantenfeldtheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Fortgeschrittene Computerphysik</b>		
<b>SWS</b> 4+2	<b>Leistungspunkte:</b> 8	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester		
<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exakte Diagonalisierung</li> <li>• Monte Carlo Simulationen</li> <li>• numerische Renormierungsgruppe</li> <li>• Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Moleküldynamik</li> <li>• Quantendynamik</li> <li>• Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen</li> <li>• Quantencomputer</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 J.M. Thijssen, <i>Computational Physics</i> (Cambridge University Press, 2007)</li> <li>📖 S.E. Koonin and D.C Meredith, <i>Computational Physics</i>, Addison-Wesley, 1990.</li> <li>📖 T. Pang, <i>Computational Physics</i>, Cambridge University Press, 2006</li> <li>📖 H. Gould, J. Tobochnik, and W. Christian, <i>Computer Simulation Methods</i>, Pearson Education, 2007</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Quantentheorie“</li> <li>• „Statistische Physik“</li> <li>• „Computerphysik“</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Aktuelles Thema nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie des Magnetismus</li> <li>• Theorie der Supraleitung</li> <li>• Theorie des Quanten Hall Effekt</li> <li>• Theorie stark korrelierter Elektronen</li> <li>• Integrierte Quantensysteme</li> <li>• Systeme außerhalb des Gleichgewichts</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird vom Dozenten angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Fortgeschrittene Quantentheorie“</li> <li>• „Fortgeschrittene Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Das Standardmodell der Teilchenphysik <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine heuristische Darstellung der Theorie und Anwendungen</li> <li>• Lagrangedichten in der Feldtheorie</li> <li>• Eichinvarianz, nichtabelsche Eichtheorie</li> <li>• Dirac-Fermionen</li> <li>• die elektroschwache Theorie</li> <li>• Massen und Higgs-Mechanismus</li> <li>• QCD, Quark-Confinement, Jets, Glueballs</li> <li>• Flavor-Physik, SU(3), schwere Quarks</li> <li>• Wirkungsquerschnitte, Zerfallsbreiten, Lebensdauern</li> <li>• Tests des Standardmodells</li> <li>• weiterführende Themen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  G. Kane, <i>Modern Elementary Particle Physics</i> , Perseus Publishing 1993		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Fortgeschrittene Quantentheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen belegt werden		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Peskin, Schröder, <i>Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li> Wess, Bagger, <i>Supersymmetry and Supergravity</i>, Princeton University Press</li> <li> Galperin, Ivanov, Ogievetsky, Sokatchev, <i>Harmonic Superspace</i>, Cambridge University Press</li> <li> Green, Schwarz, Witten, <i>Superstring Theory</i>, Cambridge University Press</li> <li> und aktuelle Forschungspublikationen</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Fortgeschrittene Quantentheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Ergänzungen zur klassischen Physik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <p>Ausgewählte Bereiche der klassischen Physik nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Relativitätstheorie</u>: 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</li> <li>• <u>Eichtheorien</u>: Parallelverschiebung, kovariante Ableitung, Feldstärken, Holonomie-Gruppe, Bianchi-Identitäten, Wirkungsprinzip, Noetheridentitäten, Algebraisches Poincaré-Lemma, Standard-Modell der fundamentalen Wechselwirkungen, Monopole, spontane Symmetriebrechung, BRS-Symmetrie, Anomalien</li> <li>• <u>Integrierte und chaotische Bewegung</u>: Hamiltonsche Bewegungsgleichungen, kanonische Transformationen, Poincarés Integralinvarianten, Wirkungs-Winkel-Variable, Störungstheorie, Kolmogorov-Arnol'd-Moser Theorem, Poincarés Wiederkehrabbildung, Birkhoffs Fixpunktsatz, Selbstähnlicher Hamiltonscher Fluss</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> B. F. Schutz, <i>A first course in general relativity</i>, Cambridge University Press</li> <li> W. Rindler, <i>Relativity</i>, Oxford University Press</li> <li> V. Mukhanov, <i>Physical Foundations of Cosmology</i>, Cambridge University Press</li> <li> L. O'Raiheartaigh, <i>Group Structure of Gauge Theories</i>, Cambridge University Press</li> <li> V. Arnol'd, <i>Mathematical Methods of Classical Mechanics</i>, Springer</li> <li> A. J. Lichtenberg and M. A. Liebermann, <i>Regular and Stochastic Motion</i>, Springer</li> <li> J. Moser, <i>Stable and Random Motion in Dynamical Systems</i>, Princeton University Press</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Analytische Mechanik“ und „Spezielle Relativitätstheorie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Einführung in die Teilchenphysik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentale Teilchen und ihre Wechselwirkungen</li> <li>• Symmetrien und Erhaltungssätze</li> <li>• Hadronen, Quarks, Partonen</li> <li>• QCD</li> <li>• elektromagnetische und schwache Wechselwirkungen und ihre Vereinigung</li> <li>• Standardmodell der Teilchenphysik</li> <li>• Beschleuniger und Detektoren</li> <li>• Neutrino-physik</li> <li>• Offene Fragen und Zukunftsprojekte der Teilchenphysik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> F. Halzen und A.D. Martin, <i>Quarks and Leptons</i>, Wiley</li> <li> D.H. Perkins, <i>Introduction to High Energy Physics</i>, Cambridge University Press</li> <li> B.R. Martin and G. Shaw, <i>Particle Physics</i>, Wiley</li> <li> E. Lohrmann, <i>Hochenergiephysik</i>, Teubner Verlag</li> <li> C. Berger, <i>Elementarteilchenphysik</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

---

**Institut für Festkörperphysik**

<b>Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Strukturen niedriger Dimension, Epitaxie</li> <li>• Elektronische Eigenschaften in 0 bis 2 Dimensionen</li> <li>• Auswirkungen der Korrelation von Elektronen</li> <li>• Resonante Bauelemente</li> <li>• Magnetische Eigenschaften</li> <li>• Eindimensionale Ketten: Dispersion, Instabilitäten, Defekte</li> <li>• Solitonen</li> <li>• Supraleitung in stark anisotropen Systemen</li> <li>• Ladungs- und Spindichtewellen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Roth, Carroll, <i>One-dimensional metals</i>, VCH</li> <li>📖 I. Markov, <i>Crystal growth for beginners</i>, World Scientific</li> <li>📖 R. Waser, <i>Nanotechnology</i>, Wiley-VCH</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Oberflächenphysik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur von Festkörperoberflächen und zugehörige Messmethoden</li> <li>• Elektronische Eigenschaften von Grenzflächen und zugehörige Messmethoden</li> <li>• Bindung von Atomen und Molekülen an Grenzflächen</li> <li>• einfache Reaktionskinetik</li> <li>• Strukturierung und Selbstorganisation</li> <li>• Defekte und deren physikalische Auswirkungen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Zangwill, <i>Physics at Surfaces</i>, Cambridge University Press</li> <li> M. Henzler, M. Göpel, <i>Oberflächenphysik des Festkörpers</i>, Teubner</li> <li> F. Bechstedt, <i>Principles of surface physics</i>, Springer</li> <li> Ph. Hoffmann, Wiley</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> <li>• „Fortgeschrittene Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Vom Atom zum Festkörper</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Strukturen niedriger Dimension, Epitaxie</li> <li>• Elektronische Eigenschaften in 0 bis 2 Dimensionen</li> <li>• Auswirkungen der Korrelation von Elektronen</li> <li>• Resonante Bauelemente</li> <li>• Magnetische Eigenschaften</li> <li>• Eindimensionale Ketten: Dispersion, Instabilitäten, Defekte</li> <li>• Solitonen</li> <li>• Supraleitung in stark anisotropen Systemen</li> <li>• Ladungs- und Spindichtewellen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Roth, Carroll, <i>One-dimensional metals</i>, VCH</li> <li> R. Waser, <i>Nanotechnology</i>, Wiley-VCH</li> <li> Bovensiepen, Wolf</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Vom Atom zum Festkörper</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Vom Atom zum Festkörper belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Roth, Carroll, <i>One-dimensional metals</i>, VCH</li> <li> I. Markov, <i>Crystal growth for beginners</i>, World Scientific</li> <li> R. Waser, <i>Nanotechnology</i>, Wiley-VCH</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner PhysikSeminar</li> </ul>		

<b>Grundlagen der Halbleiterphysik</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bändertheorie</li> <li>• Eigen- und Störstellenleitung</li> <li>• Defekte in Halbleitern</li> <li>• p-n-Übergänge</li> <li>• Rekombinationsprozesse</li> <li>• Ladungsträgertransport</li> <li>• Heteroübergänge</li> <li>• Metall-Halbleiter-Kontakte</li> <li>• Halbleiterbauelemente (Dioden, Transistoren, Photodioden)</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> P.Y. Yu, M. Cardona, <i>Fundamentals of Semiconductors</i>, Springer</li> <li> S.M. Sze, <i>Semiconductor devices, Physics and Technology</i>, Wiley, New York</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Halbleitermesstechnik in der Photovoltaik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester (ausgenommen Wintersemester 2018/19)		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>In der Vorlesung wird der Herstellungsprozess einer kristallinen Siliziumsolarzelle vom Siliziumblock bis zur Solarzelle betrachtet. Die jeweiligen Analyseverfahren zur Beurteilung der einzelnen Prozesse werden vorgestellt und erklärt. Diese sind insbesondere Analyseverfahren zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material Charakterisierung: Leitfähigkeit, Ladungsträgerdichte, Ladungsträgerlebensdauer (Photolumineszenz, Photoleitfähigkeit, Thermografie), Defekte (Deep Level Transient Spectroscopy, Ladungsträgerlebensdauerspektroskopie, Infrarot-Spektroskopie), Kristallorientierung (Electron Back Scattering Diffraction)</li> <li>• Prozess Charakterisierung: Dotierprofile (Electrochemical Capacitance Voltage Profiling), Textur (Rasterelektronenmikroskopie, Reflexion), Ladungsträgerlebensdauer (Photolumineszenz, Photoleitfähigkeit, Thermografie), Schichtdicke und Brechungsindex (Ellipsometrie, Infrarot-Spektroskopie)</li> <li>• Solarzellen Charakterisierung: Strom-Spannungs-Kennlinie, Quanteneffizienzen, Reflexion, Shuntanalyse (Thermografie), Serienwiderstand (Transmission Line Method, Photolumineszenz)</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> D.K. Schroder, <i>Semiconductor Material and Device Characterization (2<sup>nd</sup> ed.)</i>, Wiley (1998)</li> <li> S. M. Sze, <i>Semiconductor Devices: Physics and Technology</i>, Wiley (1985)</li> <li> Bergmann, Schaefer, <i>Lehrbuch der Experimentalphysik Bd. 6: Festkörper</i>, de Gruyter (1992)</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> <li>• „Halbleiterphysik“</li> <li>• „Physik der Solarzelle“</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Rastersondentechnik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rastertunnelmikroskopie</li> <li>• Zustandsdichten und Transmissionswahrscheinlichkeiten</li> <li>• Rastertunnelspektroskopie</li> <li>• Kraftmikroskopie</li> <li>• auftretende Kräfte an Oberflächen</li> <li>• Detektion lokaler elektrischer und magnetischer Felder,</li> <li>• Reibungsbilder</li> <li>• Rasterelektronenmikroskopie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> E. Meyer; H. J. Hug, R. Bennewitz, <i>Scanning probe microscopy : the lab on a Tipp</i>, Springer</li> <li> B. Bushan, <i>Applied scanning probe methods</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Molekulare Elektronik</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Molekülen und elektronische Struktur</li> <li>• Molekulare Kristalle</li> <li>• Organische Filme, Dotierung, elektronischer Transport</li> <li>• Moleküle auf Oberflächen</li> <li>• Kontaktierung von Molekülen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> J. Tour, <i>Molecular electronics</i>, World scientific 2002</li> <li> Schwoerer, Wolf, <i>Organische Festkörper</i>, Wiley</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Methoden der Oberflächenanalytik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vakuumtechnik und Probenpräparation</li> <li>• Methoden der chemischen Analyse: XPS, UPS, AES, EELS, ISS, TDS, ESD</li> <li>• Bestimmung der geometrischen Struktur: STM, AFM, FIM, LEED, SEM</li> <li>• Analyse der Elektronenstruktur: UPS, XPS, IPES, NEXAFS</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> D.P. Woodruff, T.A. Delchar, <i>Modern Techniques of Surface Science</i>, Cambridge University Press</li> <li> H. Bueber, H. Jenett, <i>Surface and Thin Film Analysis</i>, Wiley-VCH</li> <li> Springer Series in Surface Science</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Methoden der Oberflächenanalytik</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Passende Versuche, z.B. mit XPS, UPS, LEED, EELS. Das Praktikum muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Methoden der Oberflächenanalytik belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> D.P. Woodruff, T.A. Delchar, <i>Modern Techniques of Surface Science</i>, Cambridge University Press</li> <li> H. Buberl, H. Jenett, <i>Surface and Thin Film Analysis</i>, Wiley-VCH</li> <li> Springer Series in Surface Science</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Physik der Nanostrukturen</b> Stand: Modulkatalog 2018		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> nicht regelmäßig		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Nanostrukturen</li> <li>• Moderne ein- und zweidimensionale Strukturen</li> <li>• Spektroskopiemethoden</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Wird in der Vorlesung bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Optische Spektroskopie von Festkörpern</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzpulslaser</li> <li>• Licht-Materie-Wechselwirkung</li> <li>• Pump-Abfrage Techniken</li> <li>• Zeitaufgelöste Photolumineszenz</li> <li>• Polarisation (Jones-Matrix, Stokes-Vektor)</li> <li>• Halbleiteroptik</li> <li>• Physikalische Grenzen der Zeitauflösung und Messempfindlichkeit</li> <li>• Rauschen als Messgröße</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Jean-Claude Diels, Wolfgang Rudolph, „<i>Ultrashort Laser Pulse Phenomena</i>“, Academic Press</li> <li> C. Klingshirn, „<i>Semiconductor Optics</i>“ <i>Second Edition</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderne Physik</li> </ul>		

<b>Quantenstrukturbauelemente</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quanteneffekte in Halbleiterstrukturen</li> <li>• Physik zweidimensionaler Elektrongase</li> <li>• Quantendrähte</li> <li>• Quantenpunkte</li> <li>• Kohärenz- und Wechselwirkungseffekte</li> <li>• Einzelelektronentunneltransistor</li> <li>• Quantencomputing</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> C. Weisbuch, B. Vinter, <i>Quantum Semiconductor Structures</i>, Academic Pr Inc</li> <li> S.M. Sze, <i>Semiconductor Devices: Physics and Technology</i>, Wiley</li> <li> M.J. Kelly, <i>Low-Dimensional Semiconductors: Materials, Physics, Technology, Devices</i>, Oxford University Press</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> <li>• „Fortgeschrittene Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Physik der Solarzelle</b>		
<b>SWS</b> 2+2	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleitergrundlagen</li> <li>• Optische Eigenschaften von Halbleitern</li> <li>• Transport von Elektronen und Löchern</li> <li>• Mechanismen der Ladungsträger-Rekombination</li> <li>• Herstellungsverfahren für Solarzellen</li> <li>• Charakterisierungsmethoden für Solarzellen</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen der Wirkungsgradverbesserung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> P. Würfel, „<i>Physik der Solarzellen</i>“ (Spektrum Akademischer Verlag, 2000).</li> <li> A. Goetzberger, B. Voß, J. Knobloch, „<i>Sonnenenergie: Photovoltaik</i>“ (Teubner 1994).</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar „Aktuelle Forschungsfragen der Photovoltaik“</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Themen der Photovoltaik-Forschung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <p> Wird im Seminar bereitgestellt</p>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen „Einführung in die Festkörperphysik“</li> <li>• „Physik der Solarzelle“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Einführung in die elektronische Messdatenerfassung und -verarbeitung mit LabView</b>		
<b>SWS</b> 4	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Kompetenzziele:</b> <p>Die Studierenden erlernen experimentelle Methoden der computergestützten elektronischen Messdatenerfassung sowie die Weiterverarbeitung dieser Daten mit der grafischen Programmierumgebung LabView, die vielfach in Forschung und Industrie eingesetzt wird. Sie kennen die physikalischen Funktionsprinzipien der verwendeten Sensoren und sind in der Lage, damit messtechnische Aufgabenstellungen selbständig zu lösen, die Daten mit dem Computer weiterzuverarbeiten und die Unsicherheit der Ergebnisse zu analysieren.</p>		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Programmierung in LabView</li> <li>• Grundlagen der elektronischen Messdatenerfassung mit LabView</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Funktionsweise ausgewählter Sensoren</li> <li>• Grundlagen der systematischen Betrachtung von Messunsicherheiten</li> <li>• Begleitende Versuche zu den Vorlesungsinhalten</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 W. Georgi, P. Hohl, <i>Einführung in LabView</i>, Hanser-Verlag</li> <li>📖 W. Demtröder, <i>Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 W. Demtröder, <i>Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst, <i>Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler</i>, Springer Verlag</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen „Mechanik und Wärme“ sowie „Elektrizität und Relativität“</li> </ul>		
<b>Eingangsvoraussetzungen/Teilnehmerbegrenzung:</b> 20 TeilnehmerInnen, Anmeldung über Stud.IP erbeten		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Festkörperphysik</b>		
<b>SWS</b> 6	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenhalleffekt</li> <li>• Epitaxie</li> <li>• Vakuumtechnik</li> <li>• Bindungszustände an Oberflächen und Grenzflächen</li> <li>• Beugungsverfahren mit Röntgenstrahlen und langsamen Elektronen</li> <li>• Tunnelmikroskopie und –spektroskopie</li> <li>• Nanostrukturierung, Elektronenstrahlolithographie</li> <li>• Elektronenmikroskopie</li> <li>• Resonantes Tunneln</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird im Praktikum angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Einführung in die Festkörperphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Thermodynamik, Kinetik und Struktur von Defekten in Halbleitern</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b>  Die elektronischen und optischen Eigenschaften von Halbleitern werden vielfach von Defekten bestimmt, die unabsichtlich (z.B. durch Kristallzucht und Prozessierung) oder auch absichtlich (z.B. als Dotierung) eingebracht werden. Diese Lehrveranstaltung behandelt die Thermodynamik, Kinetik und Struktur solcher Defekte unter besonderer Berücksichtigung halbleiterspezifischer Probleme, Konzepte und Methoden. Neben grundlegender Behandlung der relevanten Ansätze werden Querverbindungen zu technologischen Anwendungen in der Photovoltaik, Mikro- und Optoelektronik besprochen.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>   Wird in der Vorlesung bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Grundlagen der Halbleiterphysik“, z.B. im Rahmen der Festkörperphysik-Vorlesungen.</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Physik in Nanostrukturen</b>		
<b>Stand: Modulkatalog 2018</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik

**Regelmäßigkeit:** Sommersemester

**Inhalt:**

- Herstellung von Nanostrukturen durch Lithographie und Selbstorganisation
- Elektronische Struktur, Grenzflächenzustände
- Quantensize Effekte
- Transportsignaturen in mesoskopischen Systemen
- Magnetowiderstandseffekte
- Quantenhal Effekt, u.a. in Graphen
- Instabilitäten 1-dimensionaler Strukturen
- Einzelelektronen Transistoren
- Molekulare Elektronik
- Experimentelle Methoden

**Grundlegende Literatur:**

-  Ivan V Markov, *Crysal Growth for Beginners*, (World Scientific)
-  Thomas Heinzel, *Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructure*, (Wiley)
-  Philip Hofmann, *Surface Science: An Introduction*, (kindle.edition)
-  Rainer Waser, *Nanoelectronics and Information Technology*, (Wiley)

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- „Einführung in die Festkörperphysik“
- „Oberflächenphysik“

**Modulzugehörigkeit:**

- Moderne Aspekte der Physik
- Ausgewählte Themen moderner Physik

<b>Introduction to Nanophysics</b>		
<b>SWS</b> Vorlesung: 4 Übung: 2	<b>Leistungspunkte:</b> 10	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Characterization at the nanoscale</li> <li>• Fabrication at the nanoscale</li> <li>• Energy storage with nano materials</li> <li>• Semiconductors nanomaterials and devices</li> <li>• Optics at the nanoscale: Semiconductor nano- and quantum photonics</li> </ul> <p>For practical training, the students are encouraged to visit three laboratory courses in close relation to the topics covered by the lecture</p>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird in der Vorlesung angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Growth and Characterization of Nanostructures</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction in molecular beam epitaxy (MBE): Facility and growth process</li> <li>• Wafer material handling prior to processing</li> <li>• Substrate preparation steps and in-situ observation of the surface structure by means of diffraction</li> <li>• MBE growth training: GaAs and AlAs quantum well</li> <li>• Ex-situ layer thickness characterization by means of ellipsometry.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird im Praktikum angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Optical Characterization of nanostructures</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic sample preparation and optical setup alignment</li> <li>• Photoluminescence characterization of Semiconductor quantum dots and bulk material</li> <li>• Introduction in semiconductor quantum dot statistics characterization</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird im Praktikum angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Nanomaterials in energy storage devices</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b> The students go through all the steps from the raw materials to a functioning battery.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparation of a slurry consisting of binder, additives and active material.</li> <li>• Making electrodes.</li> <li>• Using these electrodes and assembling batteries.</li> <li>• Electrochemical tests of the batteries (CV, long-term charge / discharge, EIS).</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <p> wird im Praktikum angegeben</p>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

## Institut für Quantenoptik

<b>Nichtlineare Optik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare optische Suszeptibilität</li> <li>• Kristalloptik, Tensoroptik</li> <li>• Wellengleichung mit nichtlinearen Quelltermen</li> <li>• Frequenzverdopplung, Summen-, Differenzfrequenzerzeugung</li> <li>• Optisch parametrischer Verstärker, Oszillator</li> <li>• Phasenanpassungs-Schemata, Quasiphasenanpassung</li> <li>• Elektro-optischer Effekt</li> <li>• Elektro-akustischer Modulator</li> <li>• Frequenzverdreifung, Kerr-Effekt, Selbstphasenmodulation, Selbstfokussierung</li> <li>• Raman-, Brillouinstreuung, Vierwellenmischung</li> <li>• Nichtlineare Propagation, Solitonen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Agrawal, <i>Nonlinear Fiber optics</i>, Academic Press</li> <li> Boyd, <i>Nonlinear Optics</i>, Academic Press</li> <li> Shen, <i>Nonlinear Optics</i>, Wiley-Interscience</li> <li> Dmitriev, <i>Handbook of nonlinear crystals</i>, Springer</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Atom- und Molekülphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Photonik</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellen in Materie</li> <li>• Dielektrische Wellenleiter (planar, Glasfaser), integrierte Wellenleiter</li> <li>• Photonische Kristalle</li> <li>• Wellenleiter – Moden</li> <li>• Nichtlineare Faseroptik</li> <li>• Faseroptische Komponenten (Zirkulatoren, AWG, Fiber-Bragg-Gratings, Modulatoren)</li> <li>• Faserlaser</li> <li>• Laserdioden, Photodetektoren</li> <li>• Optische Nachrichtentechnik (RZ, NRZ, WDM/TDM)</li> <li>• Netzwerke</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Reider, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Menzel, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Agrawal, <i>Nonlinear Fiber optics</i>, Academic Press</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> <li>• „Nichtlineare Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Photonik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Photonik belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Reider, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Menzel, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Agrawal, <i>Nonlinear Fiber optics</i>, Academic Press</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> <li>• „Nichtlineare Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Atomoptik</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atom-Licht Wechselwirkung</li> <li>• Strahlungsdruckkräfte</li> <li>• Atom- und Ionenfallen</li> <li>• Kühlung durch Evaporation</li> <li>• Bose-Einstein-Kondensation</li> <li>• Ultrakalte Fermi-Gase</li> <li>• Experimente mit ultrakalten und entarteten Quantengasen</li> <li>• Atome in optischen periodischen Gittern</li> <li>• Atominterferometrie und Frequenzstandards</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> B. Bransden, C. Joachain, <i>Physics of Atoms and Molecules</i>, Longman 1983</li> <li> R. Loudon, <i>The Quantum Theory of Light</i>, OUP, 1973</li> <li> Aktuelle Publikationen</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Atom- und Molekülphysik“</li> <li>• „Quantenoptik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Optik</b>		
<b>SWS</b> 6 (Praktikum)	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resonante Leistungsüberhöhung („Power-Recycling“)</li> <li>• Interferometrische Gasdichtebestimmung</li> <li>• Magnetooptische Falle</li> <li>• Faserlaser</li> <li>• Dielektrische Schichten für die Optik</li> <li>• Sättigungsspektroskopie mit Diodenlaser</li> <li>• optische Pinzette</li> <li>• Ultrakurzpulslaser</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird im Praktikum angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Festkörperlaser</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperlasermedien</li> <li>• Optische Resonatoren</li> <li>• Betriebsregime von Lasern</li> <li>• Diodengepumpte Festkörperlaser</li> <li>• Bauformen: Faser, Stab, Scheibe</li> <li>• Durchstimmbare Laser</li> <li>• Single-frequency Laser</li> <li>• Ultrakurzpulslaser</li> <li>• Frequenzkonversion</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur (Literaturempfehlung):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> W. Koechner: <i>Solid-State Laser Engineering</i></li> <li> A.E. Siegman: <i>Lasers</i></li> <li> O. Svelto: <i>Principles of Lasers</i></li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veranstaltungen „Kohärente Optik“ bzw. „Nichtlineare Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> Ausgewählte Themen moderner Physik		

<b>Optische Schichten</b>		
<b>SWS</b> 2 + 1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung, Funktionsprinzip und Anwendungsbereiche optischer Schichten, gegenwärtiges Qualitätsniveau von Schichtsystemen für die Lasertechnik)</li> <li>• Theoretische Grundlagen (Sammlung bekannter Formeln und Phänomene, Berechnung von Schichtsystemen)</li> <li>• Herstellung optischer Komponenten (Substrate, Beschichtungsmaterialien, Beschichtungsprozesse, Kontrolle von Beschichtungs Vorgängen)</li> <li>• Optikcharakterisierung (Messungen des Übertragungsverhaltens: Verluste: Totale Streuung, optische Absorption, Zerstörschwellen optische Laserkomponenten, nichtoptische Eigenschaften)</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur (Literaturempfehlung):</b> Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, zur Einführung in das Thema: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Macleod, H.A.: <i>Thin Film Optical Filters</i>, Fourth Edition, CRC Press 2010</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		



<b>Einführung in die Biophysik</b>		
SWS 2	<b>Leistungspunkte:</b> <b>3</b>	<b>Verantwortung:</b> Alexander Heisterkamp, Stefan Kalies; Institut für Quantenoptik Anaclet Ngezahayo, Institut für Zellbiologie und Biophysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist Leben? – Einheiten, Zeitskalen, Organismen</li> <li>• Die Zelle und ihre Biologie</li> <li>• zentrale Moleküle des Lebens DNA, RNA und Proteine</li> <li>• Kristallstrukturanalyse zum Verständnis der zentralen Moleküle des Lebens</li> <li>• Physikalische Prinzipien der Kristallstrukturanalyse</li> <li>• "biophysikalischer Verkehr": Membranen und Kanäle</li> <li>• Wie misst man „biophysikalischen Verkehr“?</li> <li>• Zellkräfte und Zellbewegung</li> <li>• experimentelle Techniken zur Analyse von Zellbewegung und Kontraktion</li> <li>• Wie Nanotechnologie unser Biologieverständnis ergänzt</li> <li>• Wie Quantenphysik unser Biologieverständnis ergänzt</li> </ul> <p>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.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Molecular Biology of the Cell (Garland Science)</li> <li>📖 Biophysics: An Introduction (Springer)</li> <li>📖 Campbell Biology</li> <li>📖 Originalliteratur</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentalphysik</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor in Physik (Moderne Aspekte der Physik)</li> <li>• Master in Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase, Moderne Aspekte der Physik)</li> </ul>		

<b>Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik</b>		
<b>SWS</b> 2+1 (Blockseminar)	<b>Leistungspunkte:</b> 4/5	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasersysteme für den Einsatz in Medizin und Biologie</li> <li>• Strahlführungssysteme und optische medizinische Geräte</li> <li>• Optische Eigenschaften von Gewebe</li> <li>• Thermische Eigenschaften von Gewebe</li> <li>• Photochemische Wechselwirkung</li> <li>• Vaporisation/Koagulation</li> <li>• Photoablation, Optoakustik</li> <li>• Photodisruption, nichtlineare Optik</li> <li>• Anwendungen in der Augenheilkunde, refraktive Chirurgie</li> <li>• Laser-basierte Diagnostik, optische Biopsie</li> <li>• Optische Kohärenztomographie, Theragnostics</li> <li>• klinische Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>Die Studierenden werden an die Grundlagen der Laser-Gewebe-Wechselwirkung herangeführt und lernen, diese an klinisch relevanten Anwendungsbeispielen umzusetzen. In Tutorien und im Blockseminar (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.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Eichler, Seiler: <i>Lasertechnik in der Medizin</i>. Springer-Verlag</li> <li>📖 Berlien: <i>Applied Laser Medicine</i></li> <li>📖 Bille, Schlegel: <i>Medizinische Physik. Bd. 2: Medizinische Strahlphysik</i>, Springer</li> <li>📖 Welch, van Gemert: <i>Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue</i>. Plenum Press</li> <li>📖 Originalliteratur</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul „Kohärente Optik“</li> <li>• Experimentalphysik III</li> <li>• Laserphysik</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik)</li> <li>• Fortgeschrittene Vertiefungsphase, Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

**ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:** begrenzte Anzahl von Vorträgen im Blockseminar (20 Plätze, 5 ECTS), Teilnahme an Vorlesung und Blockseminar unbegrenzt (4ECTS)

<b>Biophotonik - Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biophotonik</li> <li>• Gewebeoptik</li> <li>• Grundlagen der Mikroskopie</li> <li>• Laser-Scanning-Mikroskopie</li> <li>• Laserbasierte Nanochirurgie</li> <li>• Lichtblatt Mikroskopie</li> <li>• Superresolution / Molekulare Mikroskopie</li> <li>• Optogenetik und Fusionsproteine</li> <li>• Tomographie und optoakustische Mikroskopie</li> <li>• Optische Marker und Plasmonik</li> <li>• Optische Chips, Sensorik und Optofluidik</li> <li>• Optische Pinzette</li> </ul> <p>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.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Spector, D.; Goldman, R.: Basic Methods in Microscopy 2006;</li> <li> Atala, Lanza, Thomsom, Nerem: Principles of Regenerative Medicine, Academic Press</li> <li> Handbook of Biological Confocal Microscopy, Pawley, Springer.</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module „Kohärente Optik“</li> <li>• Experimentalphysik III</li> <li>• Laserphysik</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Fortgeschrittene Vertiefungsphase, Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

		
•		
•		

<b>Physics of Life</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studenten erwerben ein interdisziplinäres Verständnis der komplexen physikalischen und chemischen Prozesse in lebendigen Objekten. Sie erlernen die Fähigkeit, biologische Prozesse aus den verschiedenen naturwissenschaftlichen Blickwinkeln zu betrachten und zu analysieren. Sie sind in der Lage, die zunehmend wichtigere Rolle der Biologie in der Forschung mit anderen Forschungsdisziplinen zu verknüpfen.		
<b>Inhalt:</b> 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.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird in der Vorlesung angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen „Experimentalphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Bionische Oberflächen durch Laserstrahlung</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<p><b>Kompetenzziele:</b></p> <p>Am Ende des Kurses werden Studierende mit dem Prozess des bionischen Arbeitens vertraut sein und können diesen für die Ideenfindung in der Forschung anwenden.</p> <p>Die Studierenden lernen das Arbeiten mit aktueller wissenschaftlicher Literatur mithilfe verschiedener Datenbanken und der Systematisierung von Rechercheergebnissen mit einem Literaturverwaltungsprogramm.</p> <p>Die Studierende lernen die Präsentation der Ergebnisse und die Führung von wissenschaftlicher Diskussionen.</p>		
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Bionik: Wesen der Bionik, Abgrenzung zwischen bionischen und konventionalen Verfahren, bionische Produkte und Prozesse</li> <li>• Prozess des bionischen Arbeitens: Ideenfindung, Analyse, Abstraktion und Analogie, von der Planung zur Invention</li> <li>• Bionische Oberflächen: gezielter Flüssigkeitstransport, Benetzungsoptimierung, Adhäsion, optische Effekte</li> <li>• Laserbasierte Verfahren zur Herstellung bionischer Oberflächen: Ablation, Zweiphotonenpolymerisation, Laser Induced Forward Transfer (LIFT), Nanopartikel-Generierung</li> <li>• Anwendung bionischer Oberflächen in der Biomedizintechnik: Optimierung der Grenzflächen Gewebe/Implantaten.</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <p> Wird während der Vorlesung bekanntgegeben</p>		
<p><b>Eingangsvoraussetzungen/Teilnehmerzahlbegrenzung:</b></p> <p>begrenzte Anzahl von Vorträgen im Blockseminar (20 Plätze), Teilnahme an Vorlesung und Blockseminar unbegrenzt</p>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Nichtklassische Atomoptik</b>		
<b>SWS</b> 2 oder 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4 (Vorlesung plus Übung)  2 (nur Vorlesung)	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugung ultrakalter Atome</li> <li>• Viel-Teilchen-Quantensysteme</li> <li>• Beschreibung und Visualisierung von atomaren Vielteilchenzuständen</li> <li>• Verschränkung</li> <li>• Interferometrie und fundamentale Limits</li> <li>• Überblick über aktuelle experimentelle Realisierungen</li> <li>• Zentrale Forschungsergebnisse der letzten Jahre</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> C.C. Gerry und P.L. Knight, <i>Introductory Quantum Optics</i>, University Press, Cambridge (2005).</li> <li> Pezzè et al., <i>Quantum metrology with nonclassical states of atomic ensembles</i>, Rev. Mod. Phys. 90, 035005 (2018).</li> <li> Aktuelle Publikationen</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen „Atom- und Molekülphysik“</li> <li>• „Quantenoptik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

---

**Institut für Gravitationsphysik**

<b>Data Analysis</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detektoren (Interferometer und „resonant mass“-Detektoren)</li> <li>• Datenanalyse</li> <li>• Templates</li> <li>• Vetos</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie“</li> <li>• „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Data Analysis</b>		
SWS 4	Leistungspunkte: 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester und Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• basics of matched filtering search method</li> <li>• template banks and different search algorithms</li> <li>• mismatch statistic and roc curves</li> <li>• handle cluster resources using HTCondor</li> <li>• computation time versus sensitivity of the analysis</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Wird im Praktikum angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrung mit Linux</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Neutron Stars and Black Holes</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quellen und Ausbreitung von Gravitationswellen</li> <li>• Neutronensterne und Schwarze Löcher</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie“</li> <li>• „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar Gravitationswellen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird in den Vorlesungen und dem Seminar bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie“</li> <li>• „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Seminar Gravitationsphysik</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester und Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Relativitätstheorie</li> <li>• Quellen von Gravitationswellen</li> <li>• Gravitationswellendetektoren</li> <li>• Astrophysik und Kosmologie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  wird im Seminar bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Gravitationsphysik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Laserinterferometrie</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michelson-, Mach-Zehnder-, und Fary-Perot Interferometer,</li> <li>• thermisches Rauschen, ...)</li> <li>• Mechanische Güten von aufgehängten Optiken</li> <li>• Michelson-, Mach-Zehnder- und Fary-Perot Interferometer</li> <li>• Anwendungen zur Messung von Gravitationswellen und des Erdschwerefeldes</li> <li>• Beschreibung Gauss'scher Strahlen und höherer Moden</li> <li>• Transformation Gauss'scher Strahlen</li> <li>• Auslesemethoden: interne, externe und Schnuppmodulation; Pound-Drever-Hall Verfahren</li> <li>• Polarisation</li> <li>• Transferfunktionen und Regelkreise</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Saulson, <i>Fundamentals of Interferometric GW detectors</i>, World Scientific Pub Co Inc</li> <li> Siegman: <i>Lasers</i></li> <li> Yariv: <i>Quantum Electronics</i> r</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Optik, Komplexe lineare Algebra		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Laserinterferometrie</b>		
<b>SWS</b> 4	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit</b> Uunregelmäßig		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michelson-, Mach-Zehnder-, Sagnac-, Polarisationsinterferometer,</li> <li>• "Power-u. Signalrecycling", "Resonant Sideband Extraction", „Delaylines“</li> <li>• Modulationsfelder, Schnuppmodulation, externe Modulation</li> <li>• Homodyn und Heterodyndetektion</li> <li>• Spektrale Rauschdichte</li> <li>• Interferometerrauschen und Empfindlichkeit (Quanten-, thermisches Rauschen, ...)</li> <li>• Mechanische Güten von aufgehängten Optiken</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Saulson, <i>Fundamentals of Interferometric GW detectors</i>, World Scientific Pub Co Inc</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> <li>• „Nichtlineare Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit: Sommersemester / Wintersemester (unregelmäßig)</b>		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser und die Ursache von Leistungs-, Frequenz- und Strahllagefluktuationen</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>• Längenkontrolle von Interferometern und optischen Resonatoren</li> <li>• Detektion von Frequenzfluktuationen und deren Unterdrückung</li> <li>• Detektion von Leistungsfluktuationen und deren Unterdrückung</li> <li>• Strahllagekontrolle</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Siegman, <i>Lasers</i>, University Science Books</li> <li> Yarif, <i>Optical Electronics in Modern Communications</i>, Oxford University Press</li> <li> Abramovici, <i>Chapsky</i>, Feedback Control Systems</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Nichtklassisches Licht</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester, (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische und nichtklassische Zustände des Licht</li> <li>• Kriterien für „Nichtklassizität“</li> <li>• Detektion und Erzeugung von Fock-Zuständen</li> <li>• Detektion und Erzeugung von gequetschtem Licht</li> <li>• Quantenzustandstomographie</li> <li>• EPR-verschränktes (zwei-Moden gequetschtes) Licht</li> <li>• Optischer Test der Nichtlokalität</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 C.C. Gerry und P.L. Knight, <i>Introductory Quantum Optics</i>, University Press, Cambridge (2005).</li> <li>📖 H.-A. Bachor und T.C. Ralph, <i>A guide to experiments in quantum optics</i>, Wiley, 2nd edition (2003).</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> <li>• „Quantenoptik“</li> <li>• „Nichtlineare Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Nichtklassische Laserinterferometrie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schrotrauschen und Strahlungsdruckrauschen im Interferometer</li> <li>• Quadraturoperatoren und „Input-output“-Relationen von Interferometern</li> <li>• Das Standard Quantenlimit der Positionsmessung</li> <li>• „Quantum-Nondemolition“ Techniken</li> <li>• Interferometer mit gequetschtem Licht und anderen nichtklassischen Zuständen des Lichts</li> <li>• Opto-mechanische Kopplung und optische Federn</li> <li>• Quantenzustände mechanischer Oszillatoren</li> <li>• Kühlung mechanischer Oszillatoren in ihren quantenmechanischen Grundzustand</li> <li>• Verschränkung von Spiegeln und Licht</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Saulson, <i>Fundamentals of Interferometric GW detectors</i>, World Scientific Pub Co Inc</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> <li>• „Nichtlineare Optik“</li> <li>• „Nichtklassisches Licht“</li> <li>• „Quantenoptik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Elektronische Metrologie im Optiklabor</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronik-Grundlagen: Kirchhoffsche Regeln, Impedanz, Phasorendiagramme</li> <li>• Operationsverstärker: Funktionsweise und Grundsaltungen</li> <li>• Schwingkreise und Filter (aktiv / passiv)</li> <li>• Spectrum Analyser und Network Analyser</li> <li>• Messung und Interpretation von Transferfunktionen</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>• Photodetektion</li> <li>• Sensoren und Aktuatoren in optischen Experimenten</li> <li>• Rauschmessungen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Horowitz &amp; Hill, <i>The Art of Electronics</i>, Cambridge University Press</li> <li> Abramovici &amp; Chapsky, <i>Feedback Control Systems</i>, Kluwer Academic Publishers</li> <li> Yariv, <i>Quantum Electronics</i>, Wiley</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

**Institut für Radioökologie und Strahlenschutz**

<b>Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b>  Trotz oder gerade wegen des Ausstiegs aus der Kernenergienutzung in Deutschland ist dieses Thema weiterhin Gegenstand der gesellschaftlichen Diskussion. In dieser Veranstaltung werden 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 und diskutiert (eigene Meinung erwünscht!)		
<b>Grundlegende Literatur:</b>   Streffer, <i>Radioactive Waste</i> , Springer  Michaelis, <i>Handbuch Kernenergie</i>  Heinloth, <i>Die Energiefrage</i> , Vieweg  Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von Vorteil: Vorlesung " Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen" und „Strahlenschutz und Radioökologie“</li> <li>• „Mechanik und Wärme“</li> <li>• „Elektrodynamik“</li> <li>• „Kerne, Teilchen, Festkörper“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>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.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Richard Rhodes, <i>The making of the Atomic Bomb</i></li> <li> Warner, Kirchmann <i>Nuclear Test Explosions</i></li> <li> Mosey, <i>Reactor Accidents Nuclear Engineering International Special Publications</i> (2006)</li> <li> Shaw <i>Radioactivity in the terrestrial environment</i>, Elsevier, Amsterdam (2007)</li> <li> Eisenbud, <i>Environmental Radioactivity</i></li> <li> David Atwood, <i>Radionuclides in the Environment</i>, Wiley and Sons, 2010</li> <li> Weitere Literatur in der Vorlesung (Originalveröffentlichungen und web links)</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung " Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen" und „Strahlenschutz und Radioökologie“</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Strahlenschutz und Radioökologie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>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</p> <p>(mit der Möglichkeit zum Erwerb der Fachkunde (für SSB S 4.1) beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen nach StrlSchV)</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Vogt, <i>Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes</i> 7. überarbeitete Auflage, Hanser Verlag, 2019. (<a href="https://doi.org/10.3139/9783446459823">https://doi.org/10.3139/9783446459823</a>)</li> <li> Siehl, <i>Umweltradioaktivität</i>, Ernst &amp; Sohn Verlag Berlin (1996)</li> <li> Ahrens, Pigeot <i>Handbook of Epidemiology</i>, Springer Berlin Heidelberg New York (2005)</li> <li> <i>Strahlenschutzverordnung</i> vom 29. November 2018 (BGBl. I Nr 41; 2018 I S. 2034)', (2018).</li> <li> Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung Vom 27. Juni 2017 (BGBl. I Nr. 42, S. 1966) , (2017).</li> <li> Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung: <i>Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen</i>, Drucksache 88/12 15.02.12</li> <li> Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notwendige Voraussetzung: Vorlesung " Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen" und „Strahlenschutz und Radioökologie“</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Kernphysikalische Anwendungen in der Umweltphysik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester (derzeit unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b>  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.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li> Davis, <i>Meteorites, Comets and Planets</i></li> <li> Siehl, <i>Umweltradioaktivität</i>, Ernst &amp; Sohn Verlag Berlin (1996)</li> <li> Oberhummer, <i>Kerne und Sterne</i>, Barth Verlagsgesellschaft, Leipzig (1993)</li> <li> Choppin, Rydberg, Liljenzin, <i>Radiochemistry and Nuclear Chemistry</i>, Butterworth Heinemann, Oxford, 1995</li> <li> Marmier, Sheldon, <i>Physics of Nuclei and Particles</i>, 2 vol., Academic Press, New York, 1970</li> <li> T. Mayer-Kuckuk, <i>Kernphysik</i> (6. Aufl.) Teubner, Stuttgart, 1994</li> <li> G.F. Knoll, <i>Radiation detection and measurement</i>, J. Wiley &amp; Sons, New York, 2000</li> <li> <a href="http://www.nucleonica.com/">Http://www.nucleonica.com/</a> : Karlsruhe Chart of Nuclides</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene“</li> <li>• “Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen“</li> <li>• Vorlesung „Strahlenschutz und Radioökologie“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b>  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		
<b>Grundlegende Literatur:</b>   David Atwood, <i>Radionuclides in the Environment</i> , Wiley and Sons, 2010  Lehto, Hou, <i>Chemistry and Analysis of Radionuclides</i> , Wiley-VCH 2011  K.H. Lieser, <i>Nuclear and Radiochemistry</i> , Wiley-VCH, 2001  J.V. Kratz, K.H. Lieser, <i>Nuclear and Radiochemistry</i> , Wiley- VCH, 2013		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• "Grundlagen der Chemie"</li> <li>• Vorlesung "Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen"</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Nukleare Forensik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung:</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b>  Die Vorlesung bietet einen Ein- und Überblick in die Methoden der nuklearen Forensik und behandelt Anwendungen in der kriminalistischen Forensik und der Umweltforensik. Dazu zählen Alters- und Herkunftsbestimmungen von radioaktiven Präparaten bzw. Kontaminationen mit Hilfe von Radionukliden sowie die Anwendung des Prinzips von isotopischen und chemischen Fingerabdrücken. Hierzu werden (für die Forensik relevante) Hintergrundinformationen zur Funktionsweise von Nuklearwaffen, zur Wiederaufbereitung und zur Kernwaffenteststopp-Verifikation erörtert. Die Diskussion von Beispielen aus der Vergangenheit vertiefen das Verständnis.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>   M.F. L'Annunziata, <i>Handbook of Radioactivity Analysis</i>  Kratz, Lieser: <i>Nuclear and Radiochemistry</i>  G.F. Knoll, <i>Radiation detection and measurement</i> , J. Wiley & Sons, New York, 2000  K.J. Moody et al., <i>Nuclear Forensic Analysis</i> , CRC Press, Boca Raton (2015)  M.J. Kristo, <i>Nuclear Forensics</i> , in: M.F. L'Annunziata, <i>Handbook of Radioactivity Analysis</i> , Vol. 2, Academic Press/Elsevier, London (2020)  <a href="http://www.nucleonica.com/">http://www.nucleonica.com/</a> : Karlsruher Nuklidkarte		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• "Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen"</li> <li>• „Strahlenschutz und Radioökologie“ oder</li> <li>• "Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden"</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		



<b>Einführung in die Massenspektrometrie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> unregelmäßig		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>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</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Gross, <i>Mass Spectrometry</i>, Springer Berlin (2004)</li> <li> Becker, <i>Inorganic mass spectrometry : principles and applications</i>, Wiley (2007)</li> <li> Hoffmann, Stroobant, <i>Mass spectrometry : principles and applications</i>, Wiley (2007)</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Mechanik“</li> <li>• „Elektrodynamik“</li> <li>• „Optik, Atomphysik, Quantenphänomene“</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Strahlenschutz</b>		
<b>SWS</b> 6	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Im Praktikum werden Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie des radioaktiven Zerfalls</li> <li>• Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Abstandsquadratgesetz, Schwächung beim Durchgang durch Materie</li> <li>• Neutronenphysik, Schwächung, Messverfahren</li> <li>• Neutronenaktivierung</li> <li>• Strahlenmessverfahren für Alpha-, Beta- und Gamma- Strahlung</li> <li>• Charakterisierung von Proportionalzählrohr und Geiger Müller Zählrohr</li> <li>• Bestimmung von Totzeiteffekten</li> <li>• Messung kurzlebiger Töchter der Uran Zerfallsreihe</li> <li>• Reinstgermanium Detektor</li> <li>• Dosimetrie von Strahlenexpositionen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Ein Skript wird zur Verfügung gestellt		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Strahlenschutz und Radioökologie (kann parallel gehört werden)</li> <li>• „Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar Strahlenschutz und Radioökologie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Literatur zu den einzelnen Vorträgen wird in der Veranstaltung ausgegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Mechanik und Wärme“</li> <li>• „Elektrizität und Relativität“</li> <li>• „Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene“</li> <li>• “Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Fachkunde im Strahlenschutz</b>		
<b>SWS</b> min. 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester</b>		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Das IRS bietet Strahlenschutzkurse zur Erlangung der Fachkunde im Strahlenschutz gemäß Strahlenschutzverordnung und Röntgenverordnung an. Inhalte sind physikalische Grundlagen, Dosiskonzepte, biologische Strahlenwirkung sowie technische und organisatorische Strahlenschutzkonzepte und -regelungen.</p> <p>Die Studierenden können je nach Interesse einen Strahlenschutzkurs aus dem Kursprogramm des IRS auswählen (<a href="http://www.strahlenschutzkurse.de">www.strahlenschutzkurse.de</a>). 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.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Vahlbruch, Vogt: <i>Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes</i>, 7. überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag München 2019 (<a href="https://doi.org/10.3139/9783446459823">https://doi.org/10.3139/9783446459823</a>)</li> <li> Vahlbruch, Vogt: <i>Fit für den technischen Strahlenschutz : 200 Aufgaben zum sicheren Umgang mit Quellen ionisierender Strahlung</i>, Carl Hanser Verlag München 2019 (<a href="https://doi.org/10.3139/9783446459830">https://doi.org/10.3139/9783446459830</a>)</li> <li> <a href="http://www.nucleonica.com/">Http://www.nucleonica.com/</a> : Karlsruhe Chart of Nuclides</li> <li> <i>Strahlenschutzverordnung</i> vom 29. November 2018 (BGBl. I Nr 41; 2018 I S. 2034), (2018)</li> <li> <i>Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung</i> vom 27. Juni 2017 (BGBl. I Nr. 42, S. 1966), (2017).</li> <li> Röntgenverordnung</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul: “Mechanik und Wärme”</li> <li>• Modul: “Elektrizität und Relativität”</li> <li>• Modul: “Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene”</li> <li>• “Physik IV A: Kerne und Elementarteilchen“</li> </ul>		

<b>Seminar Grundzüge des wissenschaftlichen Arbeitens</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Geschäftsleitung des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Das Seminar kann für die Schlüsselkompetenzen angerechnet werden. Es wird geblockt an drei Tagen veranstaltet und soll Studierende auf eigenständiges, wissenschaftliches Arbeiten im Rahmen der Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit vorbereiten.</p> <p>Der erste Block widmet sich der Literaturrecherche. Suchmaschinen sowie deren Stärken und Schwächen werden vorgestellt und Tipps bei der Bedienung gezeigt. Das richtige und komplette Zitieren, auch unter Anwendung von Zitierprogrammen wird veranschaulicht. Dazu werden das Konzept des DOI, der ISI-Indizierung und die Unterscheidung in referierte und nicht-referierte Artikel behandelt. In einem zweiten Block wird der wissenschaftliche Publikationsbetrieb mit Kenngrößen wie Impact Factor, h-Index und deren Bedeutung bzw. Limitierungen beleuchtet. Der grundlegende Aufbau eines wissenschaftlichen Artikels soll ebenso vorgestellt werden, wie die Sichtweise eines Editors auf ein Manuskript, der Ablauf des Peer-Review-Verfahrens die Vorgänge nach Annahme des Artikels. Im dritten Block werden Vortragstechniken erörtert und geübt: Aufbau eines guten Vortrags, Gestaltung von Folien, Körpersprache u. dgl. Auch Extremsituationen des öffentlichen Vortrags, etwa in Experteninterviews, werden thematisiert und geübt.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <p> Literatur zu den einzelnen Vorträgen wird in der Veranstaltung ausgegeben</p>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>		
<b>Schlüsselkompetenzen</b>		

<b>Wissenschaftliches Publizieren</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung:</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> Ein Online-Workshop zum Erlernen von Hands-on-Fähigkeiten zum Verfassen wissenschaftlicher Artikel. In diesem Seminar wird aus bereits vorhandenen, unpublizierten Daten (vorzugsweise aus studentischen Abschlussarbeiten) eine englischsprachige Publikation für eine wissenschaftliche Zeitschrift verfasst. Hierzu wird in enger Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Dozenten die Publikation nach Maßgabe von üblichen Konventionen und Vorgaben der Zeitschrift verfasst und einreichfertig gestaltet. Es gilt das Prinzip Learning by Doing. Natürlich folgt im Anschluss die Einreichung bei einer passenden Zeitschrift. Achtung, maximal vier Teilnehmer pro Block.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Nach Absprache		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  Physik IV A (Kerne und Elementarteilchen)  „Strahlenschutz und Radioökologie“ oder  “Chemie und physikalische Analyse von Radionukliden“  Vorhandensein eigener wissenschaftlicher Daten		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  Schlüsselkompetenzen		

## Weitere Angebote und Ansprechpartner für Studieninformation und –beratung

Viele Fragen zum Studium sollten sich durch Lektüre dieses Studienführers 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 Angebote für Studierende der Leibniz Universität Hannover zur Verfügung stellen.

### ***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](http://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

Dipl.-Ing. Axel Köhler (Raum A121)  5450

Dr. Katrin Radatz (Raum A122)  14594

Appelstraße 11A, 30167 Hannover [sgk@maphy.uni-hannover.de](mailto: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-, Studiengangs- 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.

**Prof. Dr. Manfred Lein**

Appelstraße 2 (Raum 209 A)  
30167 Hannover

*manfred.lein@itp.uni-hannover.de*

Tel.: 0511-762-3291

## 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:

**Prof. Dr. E. Jeckelmann**  
Appelstraße 2 (Raum 225)  
30167 Hannover

Tel. 0511-762-3661  
[eric.jeckelmann@itp.uni-hannover.de](mailto:eric.jeckelmann@itp.uni-hannover.de)

## Fachschaft Mathematik und Physik

[www.fsr-maphy.uni-hannover.de](http://www.fsr-maphy.uni-hannover.de)

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
  - 
  - 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

Fachschaft Mathematik / Physik  
Welfengarten 1 (Raum d 414)  
30167 Hannover

[info@fsr-maphy.uni-hannover.de](mailto:info@fsr-maphy.uni-hannover.de)  
Tel.: 0511-762-7405

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 Studierende 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.

**Prof. Dr. Christian Ospelkaus**  
(Vorsitzender)  
Welfengarten 1 (Raum D123)  
30167 Hannover

Tel. 0511-762-2231

[christian.ospelkaus@iqo.uni-hannover.de](mailto:christian.ospelkaus@iqo.uni-hannover.de)

## Zentrale Ansprechpartner

**Service Center** [www.uni-hannover.de/servicecenter](http://www.uni-hannover.de/servicecenter)

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

Kontakt: ServiceCenter  
Leibniz Universität Hannover  
Welfengarten 1  
30167 Hannover  
Öffnungszeiten:

[studium@uni-hannover.de](mailto:studium@uni-hannover.de)

Tel.: 0511-762-2020

Mo. – Do.: 10.00 - 17.00 Uhr

Fr. und vor Feiertagen 10.00 - 15.00 Uhr

## Zentrale Studienberatung (ZSB)

[www.zsb.uni-hannover.de](http://www.zsb.uni-hannover.de)

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  
Welfengarten 1  
30167 Hannover

Tel.: 0511-762-2020

[studienberatung@uni-hannover.de](mailto:studienberatung@uni-hannover.de)

## **Akademisches Prüfungsamt**

[www.uni-hannover.de/pruefungsamt](http://www.uni-hannover.de/pruefungsamt)

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 / 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:

Zentrale Servicehotline:

Tel.: 0511-762-2020

Fax.: 0511-762-2137

[studium@uni-](mailto:studium@uni-hannover.de)

[hannover.de](http://www.uni-hannover.de)

Innerhalb des Prüfungsamtes gibt es zurzeit die folgenden Zuständigkeiten für die verschiedenen Studiengänge:

Bachelor- und Masterstudiengänge Physik

**Torsten Flenner**

Welfengarten 1 (Raum f 311)  
30167 Hannover

[Torsten.Flenner@zuv.uni-hannover.de](mailto:Torsten.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:**

Dipl.-Ing. Axel Köhler  
Appelstr. 11A (Raum A121)  
30167 Hannover

[sgk@maphy.uni-hannover.de](mailto:sgk@maphy.uni-hannover.de)  
Tel.: 0511-762-5450

Mariana Stateva-Andonova  
Appelstr. 11A (Raum A120)  
  
30167 Hannover

[studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de](mailto:studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de)  
Tel.: 0511-762-4466

**Hochschulbüro für Internationales**

[www.uni-hannover.de/de/universitaet/internationales/](http://www.uni-hannover.de/de/universitaet/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

[www.uni-hannover.de/ombudsperson-studium](http://www.uni-hannover.de/ombudsperson-studium)

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. Udo Nackenhorst.

Kontakt über:

Rebecca Gora

[ombudsperson@studium.uni-hannover.de](mailto:ombudsperson@studium.uni-hannover.de)

Callinstraße 24

Tel.: 0511-762 - 5446

30167 Hannover

Postfach 172 (links neben dem  
Haupteingang des Hauptgebäudes)

## 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.

Termin vereinbaren:

Tel. 0511-762 - 3799

Theodor-Lessing-Haus

Welfengarten 2c

[info@ptb.uni-hannover.de](mailto:info@ptb.uni-hannover.de)

30167 Hannover

[www.ptb.uni-hannover.de](http://www.ptb.uni-hannover.de)

## Weitere Angebote

### Bibliotheken

[www.tib.eu](http://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 ausgestattet 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](http://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).

### **Fachsprachenzentrum**

[www.fsz.uni-hannover.de](http://www.fsz.uni-hannover.de)

Das Fachsprachenzentrum 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
- BrainBox – Medienkompetenz Social Media
- 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 Stellticket

Weitere Informationen unter: [www.sk.uni-hannover.de](http://www.sk.uni-hannover.de)

### **Studieren und leben in Hannover**

In diesem Abschnitt sollen einige wenige Aspekte des studentischen Lebens aufgeführt werden. Ausführlichere Informationen gibt es in der Broschüre *Studieren in Hannover* vom Studentenwerk, in der Broschüre *Fragezeiten* der Zentralen Studienberatung sowie auf den Internetseiten von Universität und Studentenwerk Hannover.

[www.uni-hannover.de](http://www.uni-hannover.de)

[www.studentenwerk-hannover.de](http://www.studentenwerk-hannover.de)

### **Wohnen**

Ob eigene Wohnung, WG oder Wohnheimplatz – die Suche nach vier Wänden ist für viele der erste Schritt ins Studium. Die vielen schwarzen Bretter z.B. im Lichthof im Hauptgebäude der Uni oder den Mensen sind wichtige Anknüpfungspunkte, wenn man eine Wohnung oder WG sucht. Des Weiteren findet man Angebote in den Hannoverschen Tageszeitungen oder man fragt bei der Privatwohnraumvermittlung des Studentenwerks nach. Infos über die diversen Studierendenwohnheime erhält man in der Wohnheimverwaltung des Studentenwerks.

[www.studentenwerk-hannover.de/wohnen.html](http://www.studentenwerk-hannover.de/wohnen.html)

Daneben gibt es auch noch einige Wohnheime anderer Träger, es lohnt sich, nachzuforschen.

Auch der AStA hat einen Informationsflyer "Wohnen in Hannover" [www.asta-hannover.de](http://www.asta-hannover.de)

### **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.

[www.studentenwerk-hannover.de/essen.html](http://www.studentenwerk-hannover.de/essen.html)

### **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](http://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](http://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. Seit dem WS 2014/15 werden keine Studiengebühren erhoben.

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.

[www.studentenwerk-hannover.de/bafoeg-und-co.html](http://www.studentenwerk-hannover.de/bafoeg-und-co.html)

[www.asta-hannover.de](http://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.

## Anhang

### *Links*

**Zentraler Bereich Studium der Fakultät-Homepage:**

[www.maphy.uni-hannover.de/studium](http://www.maphy.uni-hannover.de/studium)

**Prüfungsordnungen:**

Bachelor of Science in Physik:

[www.uni-hannover.de/pruefungsinfos/physik-bsc/ordnungen](http://www.uni-hannover.de/pruefungsinfos/physik-bsc/ordnungen)

Master of Science in Physik:

[www.uni-hannover.de/pruefungsinfos/physik-msc/ordnungen/](http://www.uni-hannover.de/pruefungsinfos/physik-msc/ordnungen/)

## Lagepläne

