

Der Fachbereichsrat des Fachbereichs Physik der Philipps-Universität hat gem. 50 Abs. 1 Nr. 1 HHG in der Fassung vom 31. Juni 2000 (GVBl. I S. 374) am 2. Juni 2004 folgende Ordnung beschlossen:

**Studien- und Prüfungsordnung  
für den Studiengang Physik  
mit dem Abschluss Master of Science (M. Sc.)  
der Philipps-Universität Marburg  
vom 2. Juni 2004**

Inhaltsverzeichnis

- § 1 Ziele des Studiums
- § 2 Akademischer Grad: Master of Science
- § 3 Studienbeginn, Regelstudienzeit, Umfang des Lehrangebotes
- § 4 Aufbau und Inhalt des Masterstudiums
- § 5 Zweck und Umfang der Masterprüfung
- § 6 Masterarbeit
- § 7 Annahme und Bewertung der Masterarbeit
- § 8 Zusatzmodule
- § 9 Zeugnisse, Bachelorurkunde und Diploma Supplement
- § 10 Prüfungsausschuss
- § 11 Studienberatung, Vermittlung und Bewertung des Studienangebots
- § 12 Zulassung zum Masterstudium, Anmeldung zur Masterprüfung
- § 13 Anerkennung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen
- § 14 Anmeldung zu Modulen und Organisation der Modulprüfungen
- § 15 Freiversuch
- § 16 Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten
- § 17 Bestehen und Nicht-Bestehen
- § 18 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß
- § 19 Ungültigkeit einer Prüfung
- § 20 Einsicht in die Prüfungsakten
- § 21 Inkrafttreten

Anhang 1: Übersicht über den Studienaufbau für den Masterstudiengang Physik

Anhang 2: Regelstudienplan für den Masterstudiengang Physik

Anhang 3: *Diploma Supplement* (Muster)

Anhang 4: Modulbeschreibungen

## § 1 Ziele des Studiums

(1) Der Masterstudiengang Physik bereitet auf eine selbständige und eigenverantwortliche Tätigkeit als Physikerin oder Physiker in Wirtschaft, Industrie, in wissenschaftlichen Forschungsinstituten und in der öffentlichen Verwaltung vor. Die Studierenden sollen in diesem eher forschungsorientierten Studiengang an aktuelle Forschungsthemen und das selbständige wissenschaftliche Arbeiten im Fach Physik herangeführt werden. Die möglichen Berufsfelder einer Physikerin oder eines Physikers sind erfahrungsgemäß sehr breit gefächert und reichen häufig auch weit in benachbarte naturwissenschaftliche und andere Disziplinen hinein. Deshalb ist es auch Ziel dieses Masterstudiengangs, die allgemeinen analytischen Fähigkeiten auf einem fortgeschrittenen Niveau auszubauen. Dafür werden zugleich mit der Vertiefung der Kenntnisse in Physik wichtige Methoden zur Analyse und Lösung naturwissenschaftlicher Probleme und Fragen der Modellbildung vermittelt.

(2) Ein erfolgreiches Masterstudium befähigt:

- zu qualifiziertem und verantwortlichem Handeln in der Berufspraxis unter Einbeziehung wissenschaftlicher und technischer Fortschritte,
- zur Planung, Leitung und Durchführung von Forschungsprojekten in Wissenschaft und Wirtschaft,
- zur selbständigen Aneignung weiterer Kenntnisse und zur selbständigen Bearbeitung von neuen Problemstellungen,
- zu einem weiterführenden Promotionsstudium.

(3) Aufbauend auf ein naturwissenschaftliches Bachelorstudium können Studierende entsprechend ihrem Kenntnisstand das Studium in allgemeiner Physik vertiefen und daneben weitere Kenntnisse in einem Schwerpunkt ihrer Wahl erwerben. Die Schwerpunkte sind geprägt durch die Forschungsgebiete der am Fachbereich etablierten Arbeitsgruppen. Zentraler Punkt des Masterstudiums ist die Masterarbeit, während der Studierende an eigenständige Forschung in den Arbeitsgruppen heran geführt werden.

## § 2 Akademischer Grad: Master of Science

Nach bestandener Masterprüfung verleiht der Fachbereich Physik den akademischen Grad „Master of Science (M. Sc.)“.

## § 3 Studienbeginn, Regelstudienzeit, Umfang des Lehrangebots

(1) Das Studium im Masterstudiengang kann zum Sommersemester oder zum Wintersemester begonnen werden.

(2) Der Fachbereich Physik stellt in Zusammenarbeit mit den anderen beteiligten Fachbereichen auf der Grundlage dieser Ordnung ein Lehrangebot bereit, das den berufsqualifizierenden Abschluss des Studiengangs einschließlich der Anfertigung einer Masterarbeit in der Regelstudienzeit von vier Semestern ermöglicht.

(3) Der Masterstudiengang wird gebildet aus Einheiten von Lehrveranstaltungen (Modulen), die zu einem Vertiefungs-, einem Schwerpunkt- und einem Forschungsblock mit einer Masterarbeit zusammengefasst sind.

(4) Die Veranstaltungen aus dem Schwerpunkt- und Forschungsblocks des Masterstudiengangs werden in der Regel in englischer Sprache angeboten.

(5) Nach den Vorgaben des European Credit Transfer System (ECTS) werden den Modulen Leistungspunkte (Credit Points, CP) zugeordnet, die dem erforderlichen Arbeitsaufwand entsprechen. 30 CP der durchschnittlichen Arbeitsbelastung eines Semesters.

(6) Der Studienumfang im Masterstudium beträgt 120 CP, davon gemäß dieser Ordnung

in der Vertiefung	27 CP,
im Schwerpunkt	28 CP,
in der Forschung	65 CP,
(davon Masterarbeit	30 CP)

#### § 4

##### **Aufbau und Inhalt des Masterstudiums**

(1) Zur Vertiefung der Grundkenntnisse in Physik absolvieren Studierende entsprechend ihren Vorkenntnissen Vertiefungsmodule. Bereits absolvierte Module eines Bachelorstudiengangs können nicht erneut im Masterstudiengang verwendet werden.

(2) Studierende mit einem Bachelorabschluss mit Schwerpunkt Allgemeine Physik wählen drei aus den vier Modulen „Statistische Physik“, „Quantenmechanik II“, „Angewandte Physik“ und „Nicht-physikalisches Wahlmodul“. Das nicht-physikalische Wahlmodul kann aus einem naturwissenschaftlichen Fachbereich gewählt werden und soll nicht nur einführenden Charakter haben. Ein Modul aus anderen Fachbereichen bedarf der Genehmigung des Prüfungsausschusses.

(3) Studierende mit einem Bachelorabschluss in Physik mit einem anderen Schwerpunkt als Allgemeine Physik wählen drei aus den sechs Modulen „Atom- und Molekülphysik“, „Kern-, Teilchen- und Astrophysik“, „Fortgeschrittenenpraktikum“, „Quantenmechanik II“, „Statistische Physik“ und „Angewandte Physik“.

(4) Studierende mit einem Bachelorabschluss in einem anderen naturwissenschaftlichen Fach als Physik absolvieren eines der Module „Atom- und Molekülphysik“, oder „Festkörperphysik“ und eines der Module „Klassische theoretische Physik“ oder „Quantenphysik und Statistik“ sowie das „Fortgeschrittenenpraktikum“.

(5) In den Schwerpunkten des Masterstudiengangs arbeiten sich die Studierenden in Arbeitsgebiete der am Fachbereich vertretenen Arbeitsgruppen ein. In jedem der entsprechenden Schwerpunkte wird in einem Studienjahr in der Regel ein Modul angeboten, dessen Inhalt dem wissenschaftlichen Fortschritt und dem Wandel der Schwerpunkte angepasst wird. Die momentan am Fachbereich etablierten Schwerpunkte und eine Auswahl der angebotenen Module sind in Anhang 1 aufgelistet.

Um die nötige Breite des Studiums zu sichern, müssen die Studierenden Module im Umfang von mindestens 28 CP aus mindestens zwei Schwerpunkten wählen. Dabei kann ein Modul im Umfang von bis zu 7 CP aus einem anderen naturwissenschaftlichen Fachbereich als Physik gewählt werden, sofern ein Bezug zu einem der Schwerpunkte besteht.

Ebenfalls zur Sicherstellung der Breite des Studiums dient die Einführung des Schwerpunktes „Fundamental Physics“, dessen Module von den Arbeitsgruppen des Fachbereichs gemeinsam angeboten werden.

(6) Den Studierenden wird die Mitarbeit in aktuellen Forschungsgebieten der Arbeitsgruppen des Fachbereichs Physik ermöglicht. Dieses geschieht im Arbeitsgruppenpraktikum, dem Arbeitsgruppenseminar, dem Forschungspraktikum und der Masterarbeit.

Im Rahmen des Arbeitsgruppenpraktikums bearbeiten die Studierenden ein kleines Projekt aus der aktuellen Forschung der jeweiligen Arbeitsgruppe.

Im Arbeitsgruppenseminar werden verschiedene Themen des Arbeitsgebiets der Arbeitsgruppe vorgetragen und diskutiert. Während des Forschungspraktikums arbeiten sich die Studierenden in spezielle Forschungsaufgaben ein. Forschungspraktikum und Masterarbeit stehen in einem engen inhaltlichen Zusammenhang.

Zentrales Element im Masterstudiengang ist die Masterarbeit, bei der die Befähigung zu eigenständiger Forschung durch die Lösung einer aktuellen Problemstellung erworben wird. Die Durchführung der Masterarbeit ist in § 6 geregelt.

(7) Ein Vortrag in englischer Sprache ist für alle Studierenden Pflicht. Der Vortrag kann im Rahmen einer Übung oder eines Seminars des Schwerpunktblocks oder im Arbeitsgruppenseminar gehalten werden.

(8) Eine Übersicht über den Studienaufbau des Masterstudiengangs und Regelstudienpläne für Sommer- und Winteranfänger sind in den Anhängen 1 und 2 wiedergegeben.

Die Beschreibungen der Module der Vertiefung und der Schwerpunkte sind in einem Modulhandbuch zusammengefasst, welches Bestandteil dieser Ordnung ist.

## § 5

### **Zweck und Umfang der Masterprüfung**

Die Masterprüfung besteht aus studienbegleitenden Modulprüfungen und der Masterarbeit, die in ihrer Gesamtheit einen berufsqualifizierenden Abschluss des Masterstudiengangs Physik darstellen. Durch die Modulprüfungen soll festgestellt werden, ob die berufsqualifizierenden Fachkenntnisse erworben worden sind, ob die fachlichen Zusammenhänge überblickt werden und ob die Fähigkeiten vorliegen, wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse anzuwenden und Ergebnisse der Arbeit verständlich darzustellen. Die Prüfungsleistungen sind in der Regel benotet.

## § 6

### **Masterarbeit**

(1) Die Masterarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin oder der Kandidat in der Lage ist, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen Forschung einzuarbeiten, geeignete wissenschaftliche Methoden zunehmend selbständig anzuwenden und die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen.

(2) Die Masterarbeit kann in einer Arbeitsgruppe des Fachbereichs Physik oder entsprechend der Schwerpunktsetzung auch in anderen naturwissenschaftlichen Fachbereichen, der Medizin oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen absolviert werden, sofern physikalische Methoden in überwiegendem Umfang zur Anwendung kommen.

(3) Die Masterarbeit muss von einer Professorin oder einem Professor oder einer Person nach § 23 Abs. 3 HHG des Fachbereichs Physik betreut werden, deren oder dessen Einverständnis vor Beginn der Arbeit eingeholt werden muss.

(4) Die Kandidatin oder der Kandidat hat keinen Anspruch auf die Anfertigung der Masterarbeit in einer bestimmten Arbeitsgruppe. Auf Antrag sorgt die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass eine Kandidatin oder ein Kandidat rechtzeitig einen Arbeitsplatz für eine Masterarbeit erhält.

(5) Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer alle Module der Vertiefung gemäß § 4 Abs. 1-4 und mindestens zwei Module des Schwerpunktblocks absolviert hat.

(6) Die Masterarbeit besteht aus einer Bearbeitungsphase, einer schriftlichen Ausarbeitung sowie einer mündlichen Präsentation und Diskussion der Ergebnisse.

(7) Der Beginn der Masterarbeit ist von der Betreuerin oder dem Betreuer dem Prüfungsausschuss schriftlich anzuzeigen. Die Zeit vom Beginn der Bearbeitungsphase bis zur Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung soll 9 Monate nicht überschreiten. In begründeten Ausnahmefällen kann die Frist um höchstens einen Monat verlängert werden.

(8) Die schriftliche Ausarbeitung kann auch in englischer Sprache abgefasst werden.

(9) Bei der Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung hat die Kandidatin oder der Kandidat schriftlich zu versichern, dass die Ausarbeitung selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden.

(10) Die Präsentation und Diskussion der Masterarbeit ist öffentlich für Mitglieder des Fachbereichs und von beteiligten Arbeitsgruppen. Die Präsentation kann auch in englischer Sprache erfolgen. Die Betreuerin oder der Betreuer veranlassen über den Prüfungsausschuss die Bekanntmachung der Präsentation und die Einladung der weiteren prüfungsberechtigten Person, die bei der Bewertung der Masterarbeit nach § 7 Abs. 2 mitwirkt. Der Präsentationstermin wird spätestens vier Wochen nach Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung bekannt gegeben.

(11) Die Präsentation soll in der Regel eine halbe Stunde dauern, die Dauer der Diskussion eine halbe Stunde nicht überschreiten. Die Betreuerin oder der Betreuer leitet die Diskussion. Redeberechtigt sind die beiden Prüferinnen oder Prüfer nach § 13 Abs. 2. Mit Zustimmung der Kandidatin oder des Kandidaten kann die Betreuerin oder der Betreuer Fragen aus der Zuhörerschaft zulassen.

## § 7

### **Annahme und Bewertung der Masterarbeit**

(1) Die schriftliche Ausarbeitung der Masterarbeit ist fristgemäß bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses in vier schriftlichen Exemplaren und auf einem digitalen Speichermedium abzugeben. Der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Wird die schriftliche Ausarbeitung nicht fristgemäß abgegeben, gilt die Masterarbeit als mit „nicht bestanden“ bewertet.

(2) Die schriftliche Ausarbeitung ist von der Betreuerin oder dem Betreuer und einer weiteren prüfungsberechtigten Person (§ 23 Abs. 3 HHG), die vom Prüfungsausschuss auf Vorschlag der oder des Studierenden bestellt wird, zu bewerten. Bei der Wahl der weiteren prüfungsberechtigten Person ist auf eine angemessene Breite der vertretenen Fachgebiete zu achten.

(3) Die schriftliche Ausarbeitung ist durch die zwei Prüferinnen oder Prüfer nach Abs. 2 spätestens vier Wochen nach Abgabe begründet zu bewerten. Sind beide Bewertungen mindestens „ausreichend“, wird die Note aus dem arithmetischen Mittel der Bewertungen gem. § 16 Abs. 2 gebildet. Ist nur eine Bewertung „nicht bestanden“, so bestellt der Prüfungsausschuss die Bewertung einer weiteren prüfungsberechtigten Person. Danach bildet der Prüfungsausschuss die Note aus dem arithmetischen Mittel der Bewertungen gem. § 16 Abs. 2. Bewertet die weitere prüfungsberechtigte Person die Masterarbeit mit „bestanden“ und das arithmetische Mittel aller drei Bewertungen liegt über 4,0, wird als Gesamtnote 4,0 festgelegt. Wird die Masterarbeit auch von der weiteren prüfungsberechtigten Person mit „nicht bestanden“ bewertet, ist die schriftliche Arbeit endgültig „nicht bestanden“.

Wird die schriftliche Arbeit mit „nicht bestanden“ bewertet, ist das Modul „Masterarbeit“ nicht bestanden.

(4) Die Note der Präsentation mit Diskussion ergibt sich als arithmetisches Mittel der Noten der beiden Prüferinnen oder Prüfer nach § 16 Abs. 2.

(5) Die Bewertung der Masterarbeit ergibt sich aus den Noten der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation mit Diskussion als Mittel mit den Gewichten  $\frac{3}{4}$  und  $\frac{1}{4}$ .

(6) Eine nicht bestandene oder als „nicht bestanden“ gewertete Masterarbeit kann mit einer anderen Problemstellung einmal wiederholt werden. Im Falle der Wiederholung sollte eine andere Person Betreuerin oder Betreuer (§ 6 Abs. 3 und 4) der Masterarbeit sein. Eine zweite Wiederholung ist ausgeschlossen.

## **§ 8**

### **Zusatzmodule**

Studierende können Module aus weiteren als den vorgeschriebenen Fächern absolvieren. Empfohlen werden insbesondere Module, die weitere berufsrelevante Qualifikationen (z.B. Rhetorik, Fremdsprachen) vermitteln. Auch Module, die Einblicke in andere Anwendungsgebiete bzw. fachliche Ergänzungen geben, können belegt werden. Auf Antrag werden bis zu 5 Zusatzmodule in das Zeugnis aufgenommen. Bei der Berechnung der Gesamtnote werden sie nicht mit berücksichtigt.

## **§ 9**

### **Zeugnisse, Masterurkunde und Diploma Supplement**

(1) Über das erfolgreich abgeschlossene Masterstudium wird unverzüglich, möglichst innerhalb von vier Wochen nach Bestehen der letzten Modulprüfung, ein Zeugnis ausgestellt. Dieses enthält die differenzierte Gesamtnote und die Gesamtnote gemäß § 16, die Gesamtnote in ECTS-grades, eine Aufzählung aller Module mit Angabe der Noten, soweit die Module benotet wurden, sowie ggf. die Zusatzmodule gemäß § 8. Das Zeugnis ist auf den Tag der letzten Modulprüfung auszustellen.

(2) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird der Kandidatin oder dem Kandidaten die Masterurkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des akademischen Mastergrades nach § 2 beurkundet. Die Masterurkunde wird von der Dekanin oder dem Dekan und von der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet und mit dem Siegel der Universität versehen.

(3) Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses stellt der Kandidatin oder dem Kandidaten ein Diploma Supplement sowie Übersetzungen der Urkunden und Zeugnisse in englischer Sprache aus. Das Diploma Supplement trägt das Datum des Zeugnisses und enthält auch die Gesamtnote in ECTS-grades.

(4) Hat die Kandidatin oder der Kandidat das Masterstudium endgültig nicht bestanden, wird ihr oder ihm auf Antrag eine schriftliche Bescheinigung ausgestellt, welche die erfolgreich absolvierten Module und deren Noten sowie die zum Bestehen des Masterstudiums noch fehlenden Module enthält und erkennen lässt, dass das Masterstudium nicht bestanden ist.

## **§ 10**

### **Prüfungsausschuss**

(1) Für Entscheidungen in Prüfungsangelegenheiten des Bachelor- und Masterstudiengangs ist ein gemeinsamer Prüfungsausschuss zuständig. Dem Prüfungsausschuss obliegen die Organisation der Prüfungen sowie die ihm in dieser Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben. Er achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden, und achtet insbesondere darauf, dass die Prüfungsanforderungen angemessen und vergleichbar sind.

Gegebenenfalls ergreift er Maßnahmen, um dieses sicher zu stellen. Er berichtet regelmäßig dem Fachbereichsrat über die Entwicklung der Prüfungen und Studienzeiten sowie über die Verteilung der Fach- und Gesamtnoten und gibt gegebenenfalls Anregungen für Reformen der Studien- und Prüfungsordnungen.

(2) Der Prüfungsausschuss besteht aus sieben Mitgliedern, davon vier Professorinnen und Professoren, eine wissenschaftliche Mitarbeiterin oder einem wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fachbereichs Physik und zwei Studierenden, die das Studienprogramm der ersten zwei Fachsemester eines Physik bezogenen Studiengangs absolviert haben sollen. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden auf Vorschlag der jeweiligen Gruppen vom Fachbereichsrat gewählt. Die Amtszeit beträgt zwei Jahre, die der studentischen Mitglieder ein Jahr.

(3) Der Prüfungsausschuss beschließt mit der Mehrheit der anwesenden Mitglieder. Die Beschlussfähigkeit ist bei Anwesenheit von vier Mitgliedern erreicht.

(4) Der Prüfungsausschuss wählt aus dem Kreis seiner Mitglieder die Vorsitzende oder den Vorsitzenden und seine Stellvertreterin oder seinen Stellvertreter; beide müssen Professorinnen oder Professoren sein. Die oder der Vorsitzende führt die laufenden Geschäfte und lädt zu den Sitzungen des Prüfungsausschusses ein. Der Ausschuss kann der oder dem Vorsitzenden weitere Aufgaben übertragen. Bei Einspruch gegen die Entscheidungen der oder des Vorsitzenden entscheidet der Prüfungsausschuss.

(5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und die sie vertretenden Personen unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.

(6) Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind der Kandidatin oder dem Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

## § 11

### **Studienberatung, Vermittlung und Bewertung des Studienangebots**

(1) Für die Organisation der Studienberatung ist die Studiendekanin oder der Studiendekan verantwortlich. Für die Betreuung der Studierenden durch die Mentorinnen oder Mentoren werden vom Studiausschuss in Zusammenarbeit mit der Fachschaft Empfehlungen entwickelt.

(2) Der Fachbereich empfiehlt den Studierenden, sich möglichst frühzeitig für eine Arbeitsgruppe zu entscheiden, in der sie ihre Masterarbeit absolvieren wollen. Der Studiendekan legt die Mentorin oder den Mentor fest. Dies sollte in der Regel die Leiterin oder der Leiter der gewählten Arbeitsgruppe sein.

(3) In jedem Semester suchen die Studierenden die Mentorin oder den Mentor zu einer Studienfachberatung auf. Über diese Beratung ist von den Studierenden in jedem Semester ein Nachweis zu erbringen.

(4) Es findet eine Studienberatung zur Unterstützung des Studienfortschritts statt, wenn innerhalb eines Fachsemesters kein Modul belegt wurde oder nicht mindestens der folgende Studienumfang erfolgreich absolviert wurde:

- nach dem 2. Fachsemester: 30 CP,
- nach dem 4. Fachsemester: 60 CP.

In diesem Fall legt die Mentorin oder der Mentor nach Anhörung der oder des Studierenden in der Studienberatung schriftlich fest, welche Module im folgenden Semester belegt werden

sollen, um eine erfolgreiche Weiterführung des Studiums im Hinblick auf § 17 Abs. 3 zu gewährleisten. Werden die Auflagen der Studienberatung in zwei Semestern nicht erfüllt und erfolgte keine Anmeldung zu den entsprechenden Modulprüfungen, so ist das Masterstudium endgültig nicht bestanden. Über begründete Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss. Ein Teilzeitstudium wird entsprechend berücksichtigt.

(5) Der Studienausschuss sorgt für eine regelmäßige Evaluierung der Lehrveranstaltungen, berät über die Ergebnisse und initiiert Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung des Studienangebots. Im Regelfall wird die Fachschaft Physik mit der Evaluierung beauftragt. Sie wird dabei technisch und durch Übernahme der Kosten durch den Fachbereich Physik unterstützt.

## § 12

### Zulassung zum Masterstudium, Anmeldung zur Masterprüfung

(1) In den Masterstudiengang kann nur eingeschrieben werden oder sich rückmelden, wer:

- die gesetzlich geregelte Hochschulzugangsberechtigung besitzt (§ 63 HHG),
- einen Bachelorstudiengang in Physik oder
- einen Bachelorstudiengang in einem anderen naturwissenschaftlichen Fach mit Physik abgeschlossen und das Eingangsfeststellungsverfahren des Fachbereichs Physik bestanden hat,
- einen Bachelorstudiengang mit mindestens der Note 3 abgeschlossen hat
- einen Masterstudiengang Physik oder einen verwandten Studiengang an einer wissenschaftlichen Hochschule nicht „endgültig nicht bestanden“ hat,
- bei der Rückmeldung die Voraussetzung für die Fortsetzung des Masterstudiums gem. §11 und §17 dieser Ordnung erfüllt.

Die Entscheidung trifft das Studentensekretariat ggfls. nach Anhörung des Prüfungsausschusses.

(2) Im Eignungsfeststellungsverfahren ist der Nachweis von mindestens 30 CP im Fach Physik zu erbringen und es sind grundlegende Kenntnisse in Physik in einem Prüfungsgespräch nachzuweisen. Zuständig ist das Prüfungsamt Physik.

(3) Spätestens in der vierten Vorlesungswoche des Semesters der Einschreibung ist ein vollständig ausgefüllter Anmeldebogen zur Masterprüfung abzugeben. Diesem sind insbesondere beizufügen:

- das Bachelorzeugnis und ggf. der Nachweis über die bestandene Zulassungsprüfung entsprechend Abs. 1,
- das Studienbuch oder die an der Philipps-Universität Marburg oder anderen Hochschulen an seine Stelle tretenden Unterlagen,
- eine Erklärung darüber, dass die Kandidatin oder der Kandidat noch nicht eine Masterprüfung in demselben oder in einem verwandten Studiengang an einer wissenschaftlichen Hochschule endgültig nicht bestanden hat,
- Nachweise über bereits bestandene Modulprüfungen eines Masterstudiengangs, die in diesen Studiengang eingebracht werden sollen.

(4) Ist es der Kandidatin oder dem Kandidaten nicht möglich, eine nach Absatz 1 erforderliche Unterlage in der vorgeschriebenen Zeit zu erbringen, kann der Prüfungsausschuss gestatten, den Nachweis auf andere Art zu führen.

### § 13

#### **Anerkennung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen**

- (1) Bei der Anerkennung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen werden die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaften beachtet.
- (2) Einschlägige Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die an einer Universität oder einer gleich gestellten wissenschaftlichen Hochschule erbracht wurden, werden anerkannt.
- (3) Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in anderen Studiengängen und an anderen als wissenschaftlichen Hochschulen werden angerechnet, soweit die Gleichwertigkeit festgestellt ist.
- (4) Für Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in staatlich anerkannten Fernstudien gelten die Absätze 1 bis 3 entsprechend.
- (5) Zuständig für Anerkennungen nach den Absätzen 1 bis 4 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellung der Gleichwertigkeit sind zuständige Fachvertreterinnen oder Fachvertreter zu hören.
- (6) Werden Studien- oder Prüfungsleistungen anerkannt, sind Noten – soweit die Notensysteme vergleichbar sind – zu übernehmen und nach Maßgabe dieser Ordnung in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk „bestanden“ aufgenommen. Eine Kennzeichnung der Anerkennung im Zeugnis ist zulässig.
- (7) Bereits absolvierte Module aus dem Bachelor-Studiengang können nicht erneut im Masterstudiengang verwendet werden.

### § 14

#### **Anmeldung zu Modulen und Organisation der Modulprüfungen**

- (1) Für jede Modulprüfung ist eine schriftliche Anmeldung erforderlich. Die Anmeldung muss spätestens zwei Wochen vor der Prüfung erfolgen, zu den Praktika erfolgt die Anmeldung in der Regel bis vier Wochen vor Beginn der Praktika.
  - (2) Der Veranstaltungsleiter gibt zu Beginn der Lehrveranstaltung entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Modulbeschreibungen die für das erfolgreiche Absolvieren des Moduls erforderlichen Leistungen und Prüfungen bekannt. Die Leistungen können sein:
    - Vorträge oder mündliche Berichte,
    - Protokolle oder schriftliche Ausarbeitungen,
    - Bearbeiten von Hausarbeiten.
- Außer in den Fortgeschrittenenpraktika muss eine mündliche oder schriftliche Prüfung abgelegt werden. Bei einem Seminarvortrag ersetzt der Vortrag die mündliche Prüfung.
- (3) In der Regel wird die zu einem Modul gehörende Prüfung von der Veranstalterin oder dem Veranstalter des Moduls abgenommen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Prüfungsanforderungen angemessen und vergleichbar sind. Sollte eine Veranstalterin oder ein Veranstalter aus zwingenden Gründen Prüfungen nicht abnehmen können, kann der Prüfungsausschuss eine andere Prüferin oder einen anderen Prüfer benennen. Alle Module, die benotet werden, sind gemäß den in § 9 festgelegten Notenstufen zu bewerten.

(4) Für jede schriftliche oder mündliche Modulprüfung ist eine Wiederholungsprüfung vorzusehen. Bestandene mündliche oder schriftliche Prüfungen können nur im Rahmen des Freiversuchs (§ 15) wiederholt werden.

(5) Eine schriftliche Prüfung zu einem Modul findet in der Regel zum Abschluss der Lehrveranstaltung statt. Die Wiederholungsprüfung findet in der Regel frühestens vier Wochen nach der nicht bestandenen Prüfung statt. Die Bearbeitungszeit in der schriftlichen Prüfung soll bei einem Modul von 8 – 10 Leistungspunkten höchstens 180 Minuten dauern, bei kleineren Modulen soll die Höchstdauer entsprechend kürzer sein. Das Bewertungsverfahren der schriftlichen Prüfungen soll vier Wochen nicht überschreiten.

(6) Mündliche Prüfungen sollen bei einem Modul von 8 – 10 Leistungspunkten in der Regel ca. 20 - 30 Minuten dauern. Die Prüfungen finden in Anwesenheit einer sachkundigen Beisitzerin oder eines sachkundigen Beisitzers statt, die nach Rücksprache mit der Prüferin oder dem Prüfer vom Prüfungsausschuss bestellt werden. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Vor der Festsetzung der Note gemäß §16 Abs. 1 wird die Beisitzerin oder der Beisitzer gehört. Das Ergebnis der Prüfung ist der Kandidatin oder dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben.

(7) Studierende desselben Studiengangs sind berechtigt, bei mündlichen Prüfungen nach Maßgabe der vorhandenen Plätze zuzuhören. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses. Die Kandidatin oder der Kandidat kann begründeten Einspruch gegen die Zulassung von Zuhörerinnen und Zuhörern erheben.

(8) Macht eine Kandidatin oder ein Kandidat durch ein ärztliches Zeugnis glaubhaft, dass sie oder er aus gesundheitlichen Gründen nicht in der Lage ist, die Prüfung ganz oder teilweise in der vorgegebenen Form abzulegen, hat die Vorsitzende oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin oder dem Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Studien- und Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen.

## **§ 15**

### **Freiversuch**

(1) Im ersten Fachsemester kann eine bestandene schriftliche oder mündliche Prüfung genau eines Moduls im Rahmen der vorgesehenen Wiederholungsprüfung einmal wiederholt werden. Hat eine Studierende oder ein Studierender nach dem ersten Fachsemester mindestens 15 CP oder nach dem zweiten Fachsemester 30 CP aus Modulen des Masterstudiengangs erhalten, so kann eine bestandene schriftliche oder mündliche Prüfung genau eines Moduls des folgenden Semesters einmal wiederholt werden. Dabei zählt jeweils die bessere Note.

(2) Die Wiederholung der bestandenen Masterarbeit ist ausgeschlossen.

(3) Bei der Berechnung der Fachsemester gem. Abs. 1 bleiben Semester unberücksichtigt, während derer die Bewerberin oder der Bewerber wegen längerer Krankheit oder aus einem anderen wichtigen Grund am Studium gehindert oder beurlaubt war; dies gilt nicht für Urlaubssemester wegen Prüfungsvorbereitungen. Ein Teilzeitstudium wird berücksichtigt. Der Prüfungsausschuss kann einen Freiversuch über die Frist gemäß Abs. 1 hinaus bei Studienzeiten im Ausland gewähren, wenn hierfür besondere Gründe vorliegen und nachgewiesen sind. Der Antrag, Semester nicht zu berücksichtigen, ist in der Regel in den ersten vier Wochen nach der Rückmeldung beim Prüfungsausschuss zu stellen.

## **§ 16**

### **Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten**

(1) Für die Bewertung der Leistungen sind folgende Noten zu verwenden:

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1 = sehr gut          | eine hervorragende Leistung;   |
| 2 = gut               | eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt;    |
| 3 = befriedigend      | eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht;                  |
| 4 = ausreichend       | eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt;             |
| 5 = nicht ausreichend | eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt. |

Zur differenzierten Bewertung können Zwischenwerte durch Erniedrigen oder Erhöhen der einzelnen Noten um 0,3 gebildet werden, die Noten 0,7; 4,3; 4,7 und 5,3 sind ausgeschlossen.

(2) Liegen in einem Modul mehrere benotete Prüfungsleistungen vor, so wird, falls in der Modulbeschreibung nicht anders geregelt, das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel gebildet. Dabei wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. Ist das Notenmittel kleiner oder gleich 4,0, so ist das Modul bestanden und als Note wird die nächst differenzierte Fachnote gebildet. Die Mittelwerte 1,5/ 2,5/ 3,5 werden zu den Noten 1,3/ 2,3/ 3,3.

(3) Die differenzierte Gesamtnote einer bestanden Masterprüfung errechnet sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten Mittel der Einzelnoten. Bei der Bildung der differenzierten Gesamtnote wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen. Die Gesamtnote einer bestanden Masterprüfung lautet:

- bei einem Durchschnitt bis 1,5 = sehr gut
- bei einem Durchschnitt über 1,5 bis 2,5 = gut
- bei einem Durchschnitt über 2,5 bis 3,5 = befriedigend
- bei einem Durchschnitt über 3,5 bis 4,0 = ausreichend.

(4) Für die Erstellung von Datenabschriften (transcripts of record) und für die Darstellung der Gesamtnote gem. § 9 Abs. 1 werden die Noten, die gem. Abs. 1 erzielt wurden, auch als relative ECTS-grades dargestellt. Anhand des prozentualen Anteils der erfolgreichen Prüfungsteilnehmer werden folgende Grades zugeordnet:

- A = den besten 10% einer Bezugsgruppe
- B = den nächsten 25% einer Bezugsgruppe
- C = den nächsten 30% einer Bezugsgruppe
- D = den nächsten 25% einer Bezugsgruppe
- E = den nächsten 10% einer Bezugsgruppe
- Nicht erfolgreiche Prüfungsteilnehmer erhalten den Grade
- F = nicht bestanden

Damit tragfähige Aussagen über die prozentuale Verteilung möglich werden, sollte die Bezugsgruppe eine Mindestgröße umfassen und nicht nur den jeweiligen Jahrgang sondern auch die vorhergehenden drei bis fünf Jahrgänge erfassen. So lange sich entsprechende Datenbanken noch im Aufbau befinden, sollten pragmatische Lösungen gefunden werden.

## § 17

### Bestehen und Nicht-Bestehen

(1) Eine Modulprüfung ist bestanden, wenn die Modulnote mindestens „ausreichend“ (bis 4,0) ist.

(2) Die Masterprüfung ist bestanden, wenn sämtliche Modulprüfungen und die Masterarbeit mindestens mit der Note „ausreichend“ (4,0) bestanden sind.

(3) Das Masterstudium ist endgültig nicht bestanden, wenn die Auflagen der Studienberatung gemäß § 11 nicht erfüllt wurden, die Wiederholung der Masterarbeit nicht bestanden wurde oder der folgende Studienumfang nicht erfolgreich absolviert wurde:

nach dem 4. Fachsemester: 40 CP,

nach dem 6. Fachsemester: 70 CP.

nach dem 8. Fachsemester die Anmeldung zur Masterarbeit noch nicht erfolgt ist.

Vor der Entscheidung, dass das Masterstudium endgültig nicht bestanden ist, ist den Studierenden Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben. Ein Teilzeitstudium wird entsprechend berücksichtigt.

(4) Ist das Masterstudium endgültig nicht bestanden oder gilt es als nicht bestanden, erteilt die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin oder dem Kandidaten hierüber einen schriftlichen Bescheid. Der Bescheid über das nicht bestandene Masterstudium ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

## § 18

### **Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß**

(1) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „nicht bestanden“ bewertet, wenn die Kandidatin oder der Kandidat ohne triftige Gründe zu einem Prüfungstermin nicht erscheint oder wenn sie oder er nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt. Gleiches gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird.

(2) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin oder des Kandidaten kann die Vorlage eines ärztlichen Attestes verlangt werden. In Zweifelsfällen kann ein amtsärztliches Attest verlangt werden. Werden die Gründe anerkannt, wird ein neuer Termin anberaumt.

(3) Versucht die Kandidatin oder der Kandidat, das Ergebnis ihrer oder seiner Prüfungsleistung durch Täuschung oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht bestanden“ bewertet. Eine Kandidatin oder ein Kandidat, die oder der den ordnungsgemäßen Ablauf einer Prüfung stört, kann von der jeweiligen Prüferin, dem jeweiligen Prüfer oder der aufsichtsführenden Person von der Fortsetzung der Prüfungsleistungen ausgeschlossen werden. In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss die Kandidatin oder den Kandidaten von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen ausschließen.

(4) Die Kandidatin oder der Kandidat kann innerhalb von vier Wochen verlangen, dass die Entscheidung nach Abs. 3 Satz 1 und 2 vom Prüfungsausschuss überprüft wird.

## § 19

### **Ungültigkeit einer Prüfung**

(1) Hat die Kandidatin oder der Kandidat bei einer Prüfung getäuscht und wird diese Tatsache erst nach der Prüfung bekannt, so kann der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Prüfungsleistungen, bei deren Erbringung die Kandidatin oder der Kandidat getäuscht hat, entsprechend berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für nicht bestanden erklären.

(2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass die Kandidatin oder der Kandidat hierüber täuschen wollte und wird diese Tatsache erst nach der Zulassung zur Prüfung bekannt, so wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die Kandidatin oder der Kandidat die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, so entscheidet der Prüfungsausschuss über die Rechtsfolgen.

(3) Der Kandidatin oder dem Kandidaten ist vor einer Entscheidung Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

(4) Unrichtige Bescheinigungen sind einzuziehen und gegebenenfalls neu zu erteilen. Eine Entscheidung nach Abs. 1 und Abs. 2, Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren ab dem Datum des Prüfungszeugnisses ausgeschlossen.

(5) Ist die Masterprüfung insgesamt für nicht-bestanden erklärt worden, ist der Mastergrad abzuerkennen, das Zeugnis sowie die Masterurkunde sind einzuziehen.

## **§ 20**

### **Einsicht in die Prüfungsakten**

Nach Abschluss einer Modulprüfung wird der Kandidatin oder dem Kandidaten auf Antrag Einsicht in die schriftliche Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten und in die Prüfungsprotokolle gewährt. Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

## **§ 21**

### **Inkrafttreten**

Diese Prüfungsordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Staatsanzeiger für das Land Hessen in Kraft.

Marburg, 22. August 2005

gez.  
Prof. Dr. W. Rühle  
Dekan des Fachbereichs Physik  
Der Philipps-Universität Marburg

## Anhang 1 – Übersicht über den Studienaufbau des Masterstudiengangs Physik

<i>Vertiefungsmodule für Studierende mit einem Bachelorabschluss mit Schwerpunkt Allgemeine Physik</i>			
		SWS	CP
Statistische Physik	Wahlweise drei aus diesen vier Modulen	4 + 2	9
Quantenmechanik II		4 + 2	9
Angewandte Physik		2 + 2 + 2	9
Nichtphysikalisches Wahlmodul		4 + 2	9
<b>Summe</b>			<b>27</b>

<i>Vertiefungsmodule für Studierende mit einem Bachelorabschluss in Physik mit einem anderen Schwerpunkt als Allgemeine Physik</i>			
		SWS	CP
Atom- und Molekülphysik	Wahlweise drei aus diesen sechs Modulen	4 + 2	9
Kern-, Teilchen- und Astrophysik		4 + 2	9
Fortgeschrittenenpraktikum			9
Angewandte Physik		2 + 2 + 2	9
Quantenmechanik II		4 + 2	9
Statistische Physik		4 + 2	9
<b>Summe</b>			<b>27</b>

<i>Vertiefungsmodule für Studierende mit einem Bachelorabschluss in einem anderen naturwissenschaftlichen Fach als Physik (siehe § 6 (I))</i>			
		SWS	CP
Atom- und Molekülphysik	Wahlweise eines dieser Module	4 + 2	9
Festkörperphysik		4 + 2	9
Klassische Theoretische Physik	Wahlweise eines dieser Module	4 + 2	9
Quantenphysik und Statistik		4 + 2	9
Fortgeschrittenenpraktikum		6	9
<b>Summe</b>			<b>27</b>

<b>Schwerpunktmodule</b>				
<i>Gefordert werden vier Module aus mindestens zwei Schwerpunkten, wobei ein Modul aus einem anderen naturwissenschaftlichen Fach als Physik gewählt werden kann, sofern es einen Bezug zu einem der Schwerpunkte hat</i>				
<b>Schwerpunkt</b>	<b>Veranstaltung</b> <b>(Auswahl von gegenwärtig angebotenen Modulen)</b>			
<b>Complex Systems</b>	Physics of Fluids (2+2) 7	Random Matrices (2+2) 7	Turbulence (2+2) 7	Deterministic Chaos (2+2) 7
<b>Experimental Solid State Physics</b>	Semiconductor Physics and Devices (2+2) 7	Advanced Semiconductor Physics (2+2) 7		
<b>Many-Particle Systems</b>	Magnetism of Ions and Insulators (2+2) 7	Metallic Magnetism (2+2) 7	Green Functions in Solid State Theory (2+2) 7	Models and Methods for Correlated Electron Systems (2+2) 7
<b>Neurophysics</b>	Neurons and Networks  (2+2) 7	Complex Neural Systems (2+2) 7	Systems and Signal Analysis (2+2) 7	
<b>Solid State Theory</b>	Single-Particle Concepts of Solids (2+2) 7	Many-Particle Theory of Solids (2+2) 7	Ultrafast Spectroscopy (2+2) 7	
<b>Surface Science</b>	Surface Physics (2+2) 7	Surface Dynamics (2+2) 7	Nanophysics and Nanotechnology (2+2) 7	
<b>Optics</b>	Quantum Optics (2+2) 7	Laserspectroscopy (2+2) 7	Solar Energy Devices (2+2) 7	Thermodynamics of light (2+2) 7
<b>Computational Physics</b>	Computational Neurophysics (2+2) 7	Computational Physics I (2+2) 7	Computational Physics II (2+2) 7	
<b>Fundamental Physics</b>	General Relativity (2+2) 7	Superconductivity (2+2) 7	Group Theory in Physics (2+2) 7	
<b>Summe</b>				<b>28</b>

<i>Forschungsblock</i>		
Arbeitsgruppenseminar	2+2	5
Arbeitsgruppenpraktikum		15
Forschungspraktikum		15
Masterarbeit		30
<b>Summe</b>		<b>65</b>

Im Rahmen des Schwerpunkt- oder Forschungsblocks muss ein Seminarvortrag in englischer Sprache gehalten werden.

<b>Gesamtsumme Credit Points</b>		<b>120</b>
----------------------------------	--	------------

## Anhang 2 Regelstudienplan für den Masterstudiengang Physik

Der Regelstudienplan gibt eine Empfehlung, die einen Abschluss in der Regelstudienzeit von 4 Semestern ermöglicht. Er ist für den Studienbeginn zum Wintersemester und zum Sommersemester gleich.

Semester	1.	2.	3.	4.	CP
Vertiefungs- module	1. Vertiefungsmodul (4+2) 9 2. Vertiefungsmodul (4+2) 9	3. Vertiefungsmodul (4+2) 9			27
Schwerpunkt- module	1. Schwerpunktmodul (2+2) 7	2. Schwerpunktmodul (2 + 2) 7 3. Schwerpunktmodul (2 + 2) 7	4. Schwerpunktmodul (2 + 2) 7		28
For- schungs- module	Arbeitsgruppenseminar (2) 2,5	Arbeitsgruppenpraktikum 7	Arbeitsgruppenpraktikum 8 Forschungspraktikum 15	Arbeitsgruppen-seminar (2) 2,5	65
Masterar- beit				Masterarbeit 30	
<b>Summe</b>	<b>27,5</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>32,5</b>	<b>120</b>

### Anhang 3: Diploma Supplement (Muster)

## Diploma Supplement



der  
Philipps-Universität Marburg

This Diploma Supplement model was developed by the European Commission, Council of Europe and UNESCO/CEPES. The purpose of the supplement is to provide sufficient independent data to improve the international 'transparency' and fair academic and professional recognition of qualifications (diplomas, degrees, certificates etc.). It is designed to provide a description of the nature, level, context, content and status of the studies that were pursued and successfully completed by the individual named on the original qualification to which this supplement is append. It should be free from any value judgements, equivalence statements or suggestions about recognition. Information in all eight sections should be provided. Where information is not provided, an explanation should give the reason why.

#### 1. Persönliche Daten

HOLDER OF QUALIFICATION

1.1 Name, Family name(s)	
1.2 Vorname(n), First name(s)	
1.3 Geburtsdatum (Tag, Monat, Jahr), Date of Birth (day, month, year)	
Geburtsort, Place of Birth	
Geburtsland, Country of Birth	

#### 2. Qualifikation

QUALIFICATION

2.1 Bezeichnung der Qualifikation Name of Qualification	
Qualifikation / Abkürzung Qualification / Abbreviation	
Bezeichnung des Titels Name of Title	
Titel / Abkürzung Title / Abbreviation	
2.2 Studienfach / Studienfächer Main Field(s) of Study	
2.3 Name der verleihenden Institution Name of Institution Awarding the Qualification	Philipps-Universität Marburg
Fachbereich Department of	
Status (Type / Control)	University / State Institution
2.4 Name der programmausführenden	

<b>Institution</b> Name of Institution Administering Studies	
Status (Type / Control):	
<b>2.5 Unterrichtssprache</b> Language(s) of Instruction / Examination	

<b>3. Ebene der Qualifikation</b> LEVEL OF QUALIFICATION
---

<b>3.1 Ebene der Qualifikation</b> Level of Qualification	
<b>3.2 Dauer des Studienprogramms</b> (Regelstudienzeit) Official Duration of Program	
<b>3.3 Zugangserfordernis(se)</b> Access Requirement(s)	

<b>4. Studieninhalte und Studienerfolg</b> CONTENTS AND RESULTS GAINED
---

<b>4.1 Form des Studiums</b> Mode of Study	
<b>4.2 Studienanforderungen</b> Program Requirements	
<b>4.3 Verlauf des Studiums</b> Program Details	
<b>4.4 Notenskala</b> Grading Scheme	
<b>4.5 Gesamtbewertung</b> Overall Classification	

<b>5. Funktion der Qualifikation</b> FUNCTION OF QUALIFICATION
---

<b>5.1 Zugang zu weiteren Studien</b> Access to Further Study	
<b>5.2 Beruflicher Status</b> Professional Status	

<b>6. Zusätzliche Informationen</b> ADDITIONAL INFORMATION
---

<b>6.1 Zusätzliche Informationen</b> Additional Information	
<b>6.2 Weitere Informationsquellen</b> Additional Information Sources	

<b>7. Zertifizierung</b> CERTIFICATION
---

<b>7.1 Ort / Datum der Ausstellung</b> Place / Date of Certification	
<b>7.2 Unterzeichnende Person / Dienststellung</b> Certifying Official (Name, Title), Official	

Post Signature	
7.3 <a href="#">Siegel / Stempel</a> Seal / Stamp	

**Anhang 4: Modulbeschreibungen**

**Modulhandbuch**  
**Master of Science in Physik**  
**Fachbereich Physik Philipps-Universität Marburg**

**A STUDIENGANG**

## A.1 M.Sc. in Physik

### A.1.1 Informationen

<b>Voraussetzungen</b>	Bachelor of Science
<b>Abschluss</b>	Master of Science
<b>Beschreibung</b>	

### A.1.2 Komponenten des Studiums

Modul	Modus	Semester <sup>1</sup>
• Vertiefungsmodule Master, Schwerpunkt Allg. Physik		
– Angewandte Physik	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Quantenmechanik II	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Nichtphysikalisches Wahlmodul	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Statistische Physik	Wahlpflichtveranstaltung	2
• Vertiefungsmodule Master, andere Schwerpunkte		
– Angewandte Physik	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Atom- und Molekülphysik	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Kern-, Teilchen- und Astrophysik	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Master-Fortgeschrittenenpraktikum	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Quantenmechanik II	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Statistische Physik	Wahlpflichtveranstaltung	1
• Vertiefungsmodule Master, anderes naturw. Fach		
– Atom- und Molekülphysik	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Festkörperphysik	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Klassische Theoretische Physik	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Master-Fortgeschrittenenpraktikum	Pflichtveranstaltung	1
– Quantenphysik und Statistik	Wahlpflichtveranstaltung	1
• Schwerpunktmodule		
Complex Systems		
– Physics of Fluids	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Random Matrices	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Turbulence	Wahlpflichtveranstaltung	3
– Deterministic Chaos	Wahlpflichtveranstaltung	4
Computational Physics		
– Computational Physics I	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Computational Physics II	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Computational Neurophysics	Wahlpflichtveranstaltung	3
Experimental Solid-State Physics		
– Semiconductor Physics	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Semiconductor Physics and Devices	Wahlpflichtveranstaltung	2
Fundamental Physics		
– General Relativity	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Superconductivity	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Group Theory in Physics	Wahlpflichtveranstaltung	3
Many-Particle Systems		
– Magnetism of Ions and Insulators	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Metallic Magnetism	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Green Functions in Solid State Theory	Wahlpflichtveranstaltung	3
– Models and Methods for Correlated Electron Systems	Wahlpflichtveranstaltung	4
Neurophysics		
– Neurons and Networks	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Complex Neural Networks	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Signal- and Systems-Analysis	Wahlpflichtveranstaltung	3

Modul	Modus	Semester <sup>1</sup>
Optics		
– Quantum Optics	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Laser Spectroscopy	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Thermodynamics of Light	Wahlpflichtveranstaltung	3
– Solar Energy Devices	Wahlpflichtveranstaltung	4
Solid State Theory		
– Single-Particle Properties of Solids	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Many-Particle Theory of Solids	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Ultrafast Spectroscopy	Wahlpflichtveranstaltung	3
Surface Science		
– Surface Dynamics	Wahlpflichtveranstaltung	1
– Surface Physics	Wahlpflichtveranstaltung	2
– Nanophysics and Nanotechnology	Wahlpflichtveranstaltung	3
• Forschungsmodule Master		
– Arbeitsgruppenseminar	Pflichtveranstaltung	2
– Arbeitsgruppenpraktikum	Pflichtveranstaltung	3
– Forschungspraktikum	Pflichtveranstaltung	3
– Masterarbeit	Pflichtveranstaltung	4

---

<sup>1</sup>Angegeben sind die Semesterzahlen für Studienbeginn Wintersemester.

## B DIE MODULE

## B.1 Angewandte Physik

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Angewandte Physik</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Harald Ries, Prof. Dr. Wolfgang Rühle, Prof. Dr. Wolfram Heimbrodt, Prof. Dr. Peter Jakob, Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Heinz Jänsch, Prof. Dr. Frank Bremmer, Prof. Dr. Gerhard Weiser
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Mündliche Prüfung
CP	9
Voraussetzungen	Bachelor
Verwendbarkeit	Wahlpflichtfach im Vertiefungsblock A des Masterstudiengangs
Lernziele	<p>Überblick über moderne physikalische Mess-, Experimentier- und Analyseverfahren;</p> <p>vertiefte Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen ausgewählter Verfahren in konkreten Problemstellungen der physikalischen Grundlagenforschung und technologischen Anwendungen;</p> <p>Verständnis der Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten moderner Bauelemente, Detektoren und physikalischer Instrumente.</p>

Inhalt	<p>In diesem Modul werden aktuelle Methoden der Experimentalphysik unter dem besonderen Gesichtspunkt der Anwendung in Forschung und Technik behandelt. Die behandelten Themen sind an den Forschungsgebieten der am Fachbereich tätigen experimentellen Arbeitsgruppen ausgerichtet. Das Modul setzt sich aus zwei Vorlesungen von je 2 SWS und einem Seminar/Tutorium zusammen, die aus folgenden Veranstaltungen des Schwerpunktblocks und des Blocks Grundlagen der Materialwissenschaften des Bachelorstudiums gewählt werden können.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Epitaxie und Strukturanalyse,</li> <li>- Halbleiterphysik und Halbleiterbauelemente,</li> <li>- Oberflächenphysik,</li> <li>- Nanophysics and Nanotechnology,</li> <li>- Neuron and Networks</li> <li>- Signal- and Systems-Analysis,</li> <li>- Laser Spectroscopy,</li> <li>- Solar Energy Devices.</li> </ul> <p>In diesen Veranstaltungen wird unter anderem behandelt: Verschiedene Spektroskopieverfahren wie hochauflösende Laserspektroskopie, Ultrakurzzeitspektroskopie, Schwingungsspektroskopie, Elektronenspektroskopie, Massenspektroskopie, Elektronenmikroskopie, Rastersondentechniken, Teilchenstreuung, Laser, Photonen-, Elektronen und Ionendetektoren, Vakuumtechnik, Strukturanalyse von Festkörpern und von Oberflächen und Grenzflächen, moderne Epitaxieverfahren, Spurenanalyse, physikalische Grundlagen und Funktionsweise von Halbleiterbauelementen, physikalische Grundlagen der Optoelektronik und Photonik, Herstellung und Eigenschaften nanostrukturierter Materialien, nichtlineare Optik, Physik der Signalübertragung, Rauschen.</p> <p>Die detaillierten Inhalte des Moduls sind bei den entsprechenden Veranstaltungen angegeben.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> <li>• Vorführversuche</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ist bei den aufgeführten Veranstaltungen angegeben</li> </ul>

## B.2 Arbeitsgruppenpraktikum

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Arbeitsgruppenpraktikum</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	
Sprache	Deutsch
Lehrform	
Voraussetzung für die Vergabe von CP	
CP	15
Voraussetzungen	
Verwendbarkeit	Bestandteil des Forschungsblocks des Masterstudiums.
Lernziele	Im Arbeitsgruppenpraktikum soll die Kandidatin oder der Kandidat zeigen, dass sie oder er in der Lage ist, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen Forschung in dem Fach einzuarbeiten.
Inhalt	Im Arbeitsgruppenpraktikum machen sich die Studierenden mit experimentellen Methoden bzw. theoretischen Verfahren vertraut, die in der Arbeitsgruppe zum Einsatz kommen, in der die Masterarbeit durchgeführt werden soll. Im Rahmen des Arbeitsgruppenpraktikums bearbeiten die Studierenden ein kleines Projekt aus der aktuellen Forschung der jeweiligen Arbeitsgruppe.

### B.3 Arbeitsgruppenseminar

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Arbeitsgruppenseminar</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	
Sprache	Deutsch
Lehrform	
Voraussetzung für die Vergabe von CP	
CP	5
Voraussetzungen	
Verwendbarkeit	Bestandteil des Forschungsblocks des Materstudiums.
Lernziele	Das Arbeitsgruppenseminar dient der Einarbeitung in Problemstellungen der aktuellen Forschung in dem Fach, in dem der Kandidat oder die Kandidation die Masterarbeit durchzuführen beabsichtigt.
Inhalt	<p>Im Arbeitsgruppenseminar werden verschiedene Themen des Arbeitsgebiets der Arbeitsgruppe vorgetragen und diskutiert.</p> <p>Ein Vortrag in englischer Sprache ist für alle Studierenden Pflicht. Der Vortrag kann im Rahmen einer Übung oder eines Seminars des Schwerpunktbereichs oder im Arbeitsgruppenseminar gehalten werden.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## B.4 Atom- und Molekülphysik

Studiengang	M.Sc. in Physik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Informatik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Biologie B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Allgemeine Physik
Modul	<b>Atom- und Molekülphysik</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Florian Gebhard, Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Harald Ries, Prof. Dr. Wolfgang Rühle, Prof. Dr. Wolfram Heimbrodtt, Prof. Dr. Peter Jakob, Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Heinz Jänsch, Prof. Dr. Frank Bremmer, Prof. Dr. Gerhard Weiser
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, Klausur oder mündliche Prüfung.
CP	9
Voraussetzungen	Kenntnisse in Mechanik, Elektrizität und Wärme, Optik und Quantenphänomene. Quantenmechanik oder Quantenphysik und Statistik wird dringend empfohlen und sollte ggf. gleichzeitig gehört werden.
Verwendbarkeit	Das Modul Atom- und Molekülphysik ist Pflichtmodul im Bachelorstudiengang Physik mit den Schwerpunkten Allgemeine Physik und Physik mit Biologie. Es kann verwendet werden als Wahlpflichtmodul im Bachelorstudiengang mit Schwerpunkt Physik mit Informatik.  Es findet weiterhin Verwendung als Wahlpflichtmodul in den Vertiefungsblöcken A und B des Masterstudiengangs.
Lernziele	Die Studierenden werden zu einem gründlichen Verständnis der fundamentalen experimentellen Befunde über den atomaren Aufbau der Materie sowie ihrer quantenmechanischen Beschreibung geführt. In diesem Modul beinhaltet dies die fundierte Kenntnis der wichtigsten experimentellen Methoden und die selbständige Bearbeitung einfacher quantenmechanischer Probleme der Atomphysik. Die Studierenden sollen an Hand von Beispielen Intuition für quantenmechanische Phänomene entwickeln, die physikalischen Grundlagen der chemischen Bindung verstehen und schließlich Einblick in Präzisionsspektroskopien auf dem aktuellen Stand der Forschung erhalten.
Inhalt	Instrumente der Atomphysik, Größe und elektrischer Aufbau der Atome, Ein-Elektron-Atome: Schrödingergleichung des Wasserstoffatoms, Spin-Bahn-Kopplung, Fein- und Hyperfeinstruktur, Zeeman- und Stark-Effekt.  Zwei- und Mehr-Elektron-Atome: Helium, Alkali-Atome, Drehimpulskopplung, Schalenmodell, angeregte Atomzustände, Auger-Effekt.  Wechselwirkung mit Licht: Übergangsraten, Auswahlregeln, Linienbreiten. Moleküle: H <sub>2</sub> , mehratomige Moleküle, Molekülspektroskopie, Vibrationen, Rotationen. Fallen, Laserkühlung, Bose-Einstein-Kondensation, Atom-Uhren.

Medienformen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tafel</li><li>• veranstaltungsspezifische Website</li><li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li><li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li></ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Haken/Wolf: Atom- und Quantenphysik, Springer.</li><li>• Haken/Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie, Springer.</li><li>• Demtröder: Experimentalphysik 3 - Atome, Moleküle und Festkörper, Springer.</li><li>• Mayer-Kuckuk: Atomphysik, Teubner.</li><li>• Bergmann/Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 4, Bestandteile der Materie, de Gruyter.</li><li>• Rohlf: Modern Physics from alpha to Z0, Wiley.</li><li>• Bransden/Joachain: Physics of Atoms and Molecules, Prentice Hall.</li></ul>

## B.5 Complex Neural Networks

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Complex Neural Networks</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Frank Bremmer
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Frank Bremmer, Dr. Thomas Wachtler
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Oral exam in the course of a graded seminar talk at end of semester, with examination on the topics covered by lectures and seminar.
CP	7
Voraussetzungen	B.Sc.
Verwendbarkeit	Master-Studiengänge Physics, Molecular and Cellular Biology und Organismic Biology
Lernziele	The students will learn about complex neural mechanisms and their capabilities, considering the visual system as example. Based on an introduction of the functional structures of the visual system (eye, retina, optic nerve, thalamus, visual cortex), the principles of visuomotor integration and object recognition will be examined. Subsequently, processing of visual scenes at the different stages of the visual system will be discussed. Emphasis will be on neural circuits at peripheral and central levels. Filter properties of neural processing units will be considered, as well as the neural mechanisms underlying certain sensory illusions. In an accompanying seminar, the students will study current relevant publications and present them in a graded seminar talk.
Inhalt	Sensory illusions / dioptric system / structure of lense eyes and compound eyes / oculomotorics: mechanics and systems analysis / structure of the retina / signal transduction / retinal circuits and their adaptive properties / main visual pathway / functional organization of primary visual cortex / the concept of the visual receptive field / mechanisms of visual invariance generation / hierarchy of the visual system / ventral vs dorsal stream / sensorimotor integration
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandel, Schwartz &amp; Jessell: Principles of Neural Science (Appleton &amp; Lange)</li> <li>• Purves et al.: Neuroscience (Sinauer Assoc.)</li> <li>• Nicholls, Martin &amp; Wallace: From Neuron to Brain (Sinauer Assoc.)</li> </ul>

## B.6 Computational Neurophysics

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Computational Neurophysics</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Florian Gebhard
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Frank Bremmer, Dr. Thomas Wachtler
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Oral exam in the course of a graded seminar talk at end of semester, with examination on the topics covered by lectures and seminar.
CP	7
Voraussetzungen	B.Sc.
Verwendbarkeit	Master-Studiengänge Physics, Molecular and Cellular Biology und Organismic Biology
Lernziele	Theoretical analyses and computer simulations are important tools for the description and investigation of neural systems. In this lecture course and the accompanying seminar, these analyses and simulations will be addressed and carried out. After an overview on principles of systems and signals analysis, neuron models will be considered in terms of their cellular and synaptic transmission properties, as well as different types of information coding and representation in populations of neurons. Finally, principles of communication in neural networks will be discussed.
Inhalt	Signals and systems and their analysis (spatial and temporal filters / signal representation in time and frequency domains / sampling / signals and measurements in electrophysiology / correlation functions) / neuron models (membrane properties / spike encoder / integrate-and-fire models / Hebbian learning / neural fields) / neural codes (impulse rate / temporal codes / population codes / adaptive synapses / principles of communication in neural networks)
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lüke: Signalübertragung</li> <li>• Gerstner &amp; Kistler: Spiking Neuron Models</li> <li>• Zell: Simulation Neuronaler Netze</li> <li>• Dayan &amp; Abbott: Theoretical Neuroscience</li> </ul>

## B.7 Computational Physics I

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Computational Physics I</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Florian Gebhard
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Successful participation in exercises and a final exam.
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge of classical theoretical physics, quantum mechanics, and practical computer science.
Verwendbarkeit	Wahlmodul im Studiengang M.Sc. im Schwerpunkt Computational Physics.
Lernziele	The course offers an introduction to the most important deterministic algorithms and their applications in physics. Students learn to gauge the power and limitations of algorithms and the reliability of the results, and are introduced to basic visualization techniques.
Inhalt	Basic deterministic algorithms: root search, systems of linear equations, numerical integration, solving ordinary differential equations, partial differential equations, Fourier transforms, eigenvalues and eigenvectors.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery,
- Numerical Recipes, Cambridge University Press
- In Fortran, Pascal, Fortran 90, C++
- W. Kinzel, G. Reents, Physics by Computer, Springer, 1998.
- S.E. Koonin, Physik auf dem Computer, Oldenbourg 1990.
- J. Schnakenberg, Algorithmen in der Quantentheorie und Statistischen Physik,
- Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1995.
- A. Quarteroni and F. Saleri, Introduction to Scientific Computing with MATLAB
- Problems and Exercises solved with MATLAB
- H. Gould, J. Tobochnik, An introduction to computer simulation methods, Addison Wesley 1996.
- T. Pang, An introduction to computational physics, Cambridge University Press 1997.

## B.8 Computational Physics II

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Computational Physics II</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Florian Gebhard
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Successful participation in exercises and a final exam.
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge of classical theoretical physics, quantum mechanics, statistical physics and practical computer science.
Verwendbarkeit	Wahlmodul im Studiengang M.Sc. im Schwerpunkt Computational Physics.
Lernziele	The course offers an introduction to the most important stochastic algorithms and their applications in physics. Students learn to gauge the significance of stochastic simulation methods, the power and limitations of algorithms, and the reliability of the results, and are introduced to basic visualization techniques.
Inhalt	Basic stochastic methods: random numbers, percolation, Monte-Carlo integration, Metropolis algorithm, quantum Monte-Carlo methods, diffusion limited aggregation, self-organized criticality.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery,
- Numerical Recipes, Cambridge University Press
- In Fortran, Pascal, Fortran 90, C++
- W. Kinzel, G. Reents, Physics by Computer, Springer, 1998.
- S.E. Koonin, Physik auf dem Computer, Oldenbourg 1990.
- J. Schnakenberg, Algorithmen in der Quantentheorie und Statistischen Physik,
- Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1995.
- A. Quarteroni and F. Saleri, Introduction to Scientific Computing with MATLAB
- Problems and Exercises solved with MATLAB
- H. Gould, J. Tobochnik, An introduction to computer simulation methods, Addison Wesley 1996.
- T. Pang, An introduction to computational physics, Cambridge University Press 1997.

## B.9 Deterministic Chaos

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Deterministic Chaos</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Dr. Ulrich Kuhl
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	oral exam or written final.
CP	7
Voraussetzungen	Basic knowledge of theoretical mechanics and statistical physics.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktblock des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Fundamental concepts of nonlinear dynamical systems.</p> <p>The course covers conservative and dissipative systems, stable and unstable equilibria, bifurcations, routes to chaos, strange attractors, phase space reconstructions and chaos detection.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. J. Lichtenberg, M. J. Liebermann, Regular and Stochastic Motion (Springer 1983)</li> <li>• H.-G. Schuster, Deterministic Chaos - An Introduction, (Physik-Verlag 1984)</li> <li>• E. Ott, Chaos in Dynamical Systems (Cambridge 1993)</li> <li>• B. Eckhardt, Chaos, (Fischer, 2004)</li> </ul>

## B.10 Festkörperphysik

Studiengang	M.Sc. in Physik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Informatik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Biologie B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Materialwissenschaften B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Allgemeine Physik
Modul	<b>Festkörperphysik</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Ulrich Höfer, Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Harald Ries, Prof. Dr. Wolfgang Rühle, Prof. Dr. Wolfram Heimbrodtt, Prof. Dr. Peter Jakob, Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Heinz Jänsch, Prof. Dr. Frank Bremmer, Prof. Dr. Gerhard Weiser
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, mündliche Prüfung oder Klausur
CP	9
Voraussetzungen	Kenntnisse in Mechanik, Elektrizität und Wärme, Optik und Quantenphänomene, Quantenmechanik oder Quantenphysik und Statistik
Verwendbarkeit	Das Modul Festkörperphysik wird in den Bachelorstudiengängen mit den Schwerpunkten Allgemeine Physik, Physik mit Materialwissenschaften, Physik mit Biologie und Physik mit Informatik eingesetzt. Es findet weiterhin Verwendung als Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang für Absolventen eines Bachelorstudiengangs außerhalb der Physik.
Lernziele	Die Studierenden werden zu einem gründlichen Verständnis des mikroskopischen Aufbaus der Materie geführt. In diesem Modul beinhaltet das die Kenntnis der Grundzüge der verschiedenen Bindungstypen, der geometrischen und elektronischen Struktur von Kristallen, sowie von Gitterschwingungen und den daraus abgeleiteten Eigenschaften. Die Studierenden sollen Methoden zur Strukturanalyse von Kristallen und Konzepte der Berechnung von Bandstrukturen kennen und verstehen lernen. Darüber hinaus sollen sie einen Überblick über die Ursachen und Anwendungen spezieller Festkörpereigenschaften (Metalle, Isolatoren, Halbleiter, Supraleitung, Magnetismus) erhalten.
Inhalt	Chemische Bindung, Kristallstrukturen, Beugung und reziprokes Gitter, Dynamik des Gitters, elastische Eigenschaften, thermische Eigenschaften, freie Elektronen, Bandstruktur, Halbleiter, Magnetismus, Supraleitung, dielektrische Eigenschaften
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- Ibach/Lüth: Festkörperphysik, Springer.
- Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg.
- Kopitzki: Festkörperphysik, Teubner.
- Ashcroft/Mermin: Festkörperphysik, Oldenbourg.
- Demtröder: Experimentalphysik 3, Springer.

## B.11 Forschungspraktikum

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Forschungspraktikum</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	
Sprache	Deutsch
Lehrform	
Voraussetzung für die Vergabe von CP	
CP	15
Voraussetzungen	
Verwendbarkeit	Bestandteil des Forschungsblocks des Masterstudiums.
Lernziele	Die Studierenden entwickeln das Konzept, sowie den Arbeits- und Zeitplan zur erfolgreichen Absolvierung des selbständigen Forschungsprojekts im Rahmen der Masterarbeit.
Inhalt	Im Forschungspraktikum werden die notwendigen experimentellen bzw. theoretisch-mathematischen Fähigkeiten erworben, die Voraussetzung für die erfolgreiche Absolvierung der Forschungsaufgabe der sich anschließenden Masterarbeit sind.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## B.12 General Relativity

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>General Relativity</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Holger Neumann
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Regular participation in the course and written or oral exams.
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge of Relativistic Mechanics and relativistic formulation of Electrodynamics
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	Einsteins discovery of General Relativity gave rise to one of the most exciting changes in the basis of physics. This introduction to General Relativity includes a definition of Riemannian manifolds, a discussion of Einsteins field equations, the Schwarzschild solution, gravitational waves and cosmological models.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- R. M. Wald: General Relativity, The University of Chicago Press, 1984
- T. Fliessbach: Allgemeine Relativitaetstheorie, BI Wissenschaftsverlag 1990
- R. dInverno: Einfuehrung in die Relativitaetstheorie, VCH-Verlag 1994
- H. Goenner: Einfuehrung in die Kosmologie, Spektrum Lehrbuch, 1994
- D.-E. Liebscher: Kosmologie, Barth 1994

### B.13 Green Functions in Solid State Theory

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Green Functions in Solid State Theory</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Florian Gebhard
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Reinhard Noack
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	oral exam
CP	7
Voraussetzungen	working knowledge in quantum mechanics, electrodynamics, and condensed matter physics
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktblock des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	Green functions; Diagrammatic evaluation (Wick theorem; Feynman diagrams); Applications:
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- H. Haken, Quantenfeldtheorie des Festkörpers, B. G. Teubner, Stuttgart, 1973.
- D. Pines, Elementary Excitations in Solids, W. A. Benjamin, Inc., New York, Amsterdam, 1964.
- A.L. Fetter und J.D. Walecka, Quantum theory of many-particle systems (McGraw-Hill, New York, 1971)
- G.D. Mahan, Many-Particle Physics
- (2. Auflage, Plenum Press, New York, 1990)
- J.W. Negele und H. Orland, Quantum Many-Particle Systems (Addison-Wesley, New York, 1988).

## B.14 Group Theory in Physics

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Group Theory in Physics</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Holger Neumann
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Successful participation in the accompanying seminar or course of exercises.
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge in quantum mechanics and familiarity with the main fields of experimental physics.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	Knowledge of Group Theory is essential to take full advantage of symmetries. An introduction into the elements of Group Theory is given, including basic definitions, group representations, character theory, orthogonality theorem, irreducible decompositions. Applications are taken from atomic physics, molecular vibrations, molecular orbital theory, crystal theory, and solid state physics.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- A. D. Boardman, D. E. OConnor, P. A. Young, Symmetry and its Applications in Science, McGraw Hill 1973
- M. Tinkham, Group Theory and Quantum Mechanics, McGraw Hill 1964
- M. Hamermesh, Group Theory and its Applications to Physical Problems, Addison-Wesley 1962
- W. Ludwig, C. Falter, Symmetries in Physics, Springer, Berlin, 1996.

## B.15 Kern-, Teilchen- und Astrophysik

Studiengang	M.Sc. in Physik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Allgemeine Physik
Modul	<b>Kern-, Teilchen- und Astrophysik</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Ulrich Höfer, Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Heinz Jänsch
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, mündliche Prüfung oder Klausur
CP	9
Voraussetzungen	Bachelor oder Mechanik, Elektrizität und Wärme, Optik und Quantenphänomene, Quantenmechanik/Quantenphysik und Statistik. Atom- und Molekülphysik sollte ggf. parallel gehört werden.
Verwendbarkeit	Das Modul Kern-, Teilchen- und Astrophysik ist Pflichtmodul im Bachelorstudiengang Physik mit dem Schwerpunkt Allgemeine Physik und Wahlpflichtmodul im Vertiefungsblock A des Masterstudiengangs.
Lernziele	Die Studierenden sollen mit diesem Modul ein gründliches Verständnis des subatomaren Aufbaus der Materie erhalten. Dies beinhaltet eine gute Kenntnis der Struktur und Eigenschaften der Atomkerne, der für ihre Stabilität und ihren Zerfall verantwortlichen fundamentalen Wechselwirkungen und einen Überblick über die heute bekannten Elementarteilchen. Die Studierenden lernen sowohl die wesentlichen experimentellen Techniken der Kern- und Teilchenphysik, als auch wichtige Anwendungsgebiete kernphysikalischer Methoden kennen. Mit den astrophysikalischen Inhalten des Moduls sollen neben grundlegenden Kenntnissen über die Struktur des Weltalls, insbesondere die sich aus der Teilchenphysik ergebenden Konsequenzen für die Entstehung und Entwicklung des Kosmos, vermittelt werden.
Inhalt	Größe, Bindungsenergie, Spin, magnetische und elektrische Momente der Atomkerne, Kernkräfte, starke und schwache Wechselwirkung, radioaktiver Zerfall, Kernmodelle. Vielteilchen-Hadronen-Wechselwirkung. Anwendungen kernphysikalischer Phänomene in der Nuklearmedizin, für die Altersbestimmung und für die Energietechnik, Kernspin-Resonanz/Spektroskopie/Tomographie, Mössbauerspektroskopie. Biologische Wirksamkeit energiereicher Strahlung und Strahlungsrisiko. Messtechnik, Beschleuniger und Detektoren der Teilchenphysik. Erzeugung und Messung der Eigenschaften von Hadronen und Leptonen. Ordnungsprinzipien der Elementarteilchen, Quantenzahlen, Symmetrien, Quarkmodell. Grundlagen astrophysikalischer Messverfahren, Energieerzeugung der Sonne, Sternentwicklung, Entstehung der Elemente, Struktur des Universums, Kosmologie.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Povh/Rith/Scholz: Teilchen und Kerne, Springer.</li><li>• Frauenfelder/Henley: Subatomare Physik, Oldenbourg.</li><li>• Mayer-Kuckuk: Kernphysik, Teubner.</li><li>• Demtröder: Experimentalphysik 4 - Kern-, Teilchen- und Astrophysik, Springer.</li><li>• Unsöld/Baschek: Der neue Kosmos, Springer.</li><li>• Perkins: Introduction to High Energy Physics, Addison-Wesley.</li><li>• Hänsel/Neumann: Physik, Atome, Atomkerne, Elementarteilchen, Spektrum.</li></ul>
-----------	--

## B.16 Klassische Theoretische Physik

Studiengang	M.Sc. in Physik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Informatik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Biologie B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Materialwissenschaften
Modul	<b>Klassische Theoretische Physik</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Peter Thomas, Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Bestehen einer Klausur
CP	9
Voraussetzungen	Kenntnisse in Mechanik, Elektrizität und Wärme, Analysis I und Lineare Algebra I oder Mathematik I und II
Verwendbarkeit	Das Modul Klassische Theoretische Physik wird in den Bachelorstudiengängen mit den Schwerpunkten Physik mit Materialwissenschaften, Physik mit Biologie und Physik mit Informatik eingesetzt. Es findet weiterhin Verwendung im Studiengang Physik für Lehramtsstudierende. Wahlmodul im Vorbereitungsblock des Masterstudienganges.
Lernziele	Die Studierenden erhalten eine gründliche Ausbildung in der theoretischen Physik, die es ihnen erlaubt, bekannte und neue physikalische Fragestellungen zu bearbeiten. Insbesondere lernen sie, wichtige Systemparameter von unwichtigen zu trennen, komplexe Probleme auf lösbare Einheiten zu reduzieren und den Kern eines Problems freizulegen (Modellbildung). Zugleich entwickeln sie ein Bewusstsein für die Entwicklung brauchbarer Näherungen, die es erlauben, grundlegende Mechanismen und Abläufe zu erklären, nachvollziehbar zu machen und so zu quantitativen Vorhersagen für die Systemdynamik zu kommen (Modellbearbeitung).  Zentrale Bestandteile der Theorieausbildung sind also (i) Vermittlung fachspezifischer Fertigkeiten, (ii) Abstraktion und Modellbildung (iii) Ergebnisorientierte Modellbearbeitung  Das Erlernen dieser Fähigkeiten ermöglicht es den Absolventinnen und Absolventen der Physik, in vielfältigen Berufen erfolgreich tätig zu sein.
Inhalt	Lagrange Mechanik für ein Teilchen, Hamilton Mechanik, Relativistische Mechanik, Elektrodynamik im Vakuum, makroskopische Elektrodynamik in Medien, Relativistische Elektrodynamik

Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Budo, Theoretische Mechanik, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1976.</li> <li>• H. Goldstein, Klassische Mechanik, AULA-Verlag, Wiesbaden, 1991.</li> <li>• W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik, Band 4: Spezielle Relativitätstheorie Thermodynamik, Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1993.</li> <li>• J. D. Jackson, Klassische Elektrodynamik, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1983.</li> <li>• A. Sommerfeld Vorlesungen über Theoretische Physik, 6 Bde (Harri Deutsch) Bd 1, Mechanik</li> <li>• M. Born, Die spezielle Relativitätstheorie Einsteins, Springer</li> <li>• A.P. French, Special Relativity, MIT Press</li> </ul>

## B.17 Laser Spectroscopy

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Laser Spectroscopy</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Harald Ries
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Wolfgang Rühle, Prof. Dr. Wolfram Heimbrot, Prof. Dr. Heinz Jänsch, Dr. Jens Gütde
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	active participation in the course, semiar talk, written or oral exam.
CP	7
Voraussetzungen	Bachelor, Atom- und Molekülphysik
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Physik
Lernziele	In-depth knowledge of the principles of lasers, laser optics and various laser-based spectroscopic methods. Overview of applications in basic and applied research and for analytical purposes.
Inhalt	Fundamentals of laser radiation, coherence, statistics, laser resonators and their mode structure, gaussian optics, matrix methods for beam propagation, laser types, generation and characterization of ultrashort laser pulses, nonlinear optical phenomena, spectroscopic methods and instrumentation, applications of laser spectroscopy in atomic, molecular, solid state, and surface physics.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demtröder: Laserspectroscopy, Springer.</li> <li>• Siegmann: Lasers, University Science Books.</li> <li>• Winnacker: Physik von Maser und Laser.</li> <li>• Eichler/Eichler: Laser, Springer.</li> <li>• Kneubühl, Sigrist: Laser, Teubner.</li> <li>• Svelto: Principles of Lasers, Plenum.</li> <li>• Yariv: Quantum Electronics, Wiley.</li> <li>• Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley.</li> <li>• Kaiser: Ultrashort Laser Pulses, Springer.</li> <li>• Diels/Rudolph: Ultrashort pulse phenomena, Academic Press.</li> </ul>

## B.18 Magnetism of Ions and Insulators

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Magnetism of Ions and Insulators</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Florian Gebhard
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Wolfram Heimbrod, Prof. Dr. Heinz Jansch, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Reinhard Noack
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	seminar talk or oral exam
CP	7
Voraussetzungen	Working knowledge in quantum mechanics and electrodynamics; knowledge of condensed matter physics is helpful
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Magnetism of Atoms and Ions:  Theory: paramagnetism, Larmor diamagnetism, van-Vleck paramagnetism, ions in solids;  Experiment: magnetic cooling, electron spin resonance, nuclear magnetic resonance</p> <p>Magnetic insulators:  Theory: coupling of magnetic moments, Heisenberg and Ising models, spin-wave theory, mean-field approximation, types of magnetic order  Experiment: neutron scattering, novel magnetic materials</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus I+II</li><li>• (Teubner, Stuttgart, 1986)</li><li>• P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism (World Scientific, Singapore, 1999)</li><li>• S. Sugano, Y. Tanabe, H. Kamimura</li><li>• Multiplets of Transition-Metal Ions in Crystals</li><li>• (Academic Press, London, 1970)</li><li>• A.C. Hewson, The Kondo Problem to Heavy Fermions</li><li>• (Cambridge Studies in Magnetism 2, Cambridge, 1992)</li></ul>
-----------	--

## B.19 Many-Particle Theory of Solids

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Many-Particle Theory of Solids</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Peter Thomas
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	successful participation in exercises
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge in Single-Particle Properties of Solids and Many-Particle Quantum Mechanics
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Quasiparticles (plasmons, polarons, excitons, polaritons, cooperons, magnons)</p> <p>Influence of dimensionality on electronic properties (quantum wells, quantum wires, quantum dots)</p> <p>Interacting electron gas (pair-correlation functions, dephasing, screening)</p> <p>Many-body theory (cluster expansion, Greens functions, density-functional theory etc.)</p> <p>Strongly correlated electrons</p> <p>Magnetism</p> <p>Superconductivity</p> <p>Disorder</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- H. Haken, Quantenfeldtheorie des Festkörpers, B. G. Teubner, Stuttgart, 1973.
- D. Pines, Elementary Excitations in Solids, W. A. Benjamin, Inc., New York, Amsterdam, 1964.
- K. Kopitzki, Einführung in die Festkörperphysik, B. G. Teubner, Stuttgart, 1986.
- G. Czycholl, Theoretische Festkörperphysik, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 2000.
- H. Haug, S. W. Koch, Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors, World Scientific, Singapore, 2004.
- G.D. Mahan, Many-Particle Physics
- (2. Auflage, Plenum Press, New York, 1990)

## B.20 Master-Fortgeschrittenenpraktikum

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Master-Fortgeschrittenenpraktikum</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Harald Ries, Prof. Dr. Wolfgang Rühle, Prof. Dr. Wolfram Heimbrod, Prof. Dr. Peter Jakob, Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Heinz Jänsch, Prof. Dr. Frank Bremmer, Prof. Dr. Gerhard Weiser, Dr. Matthias Born
Sprache	Deutsch
Lehrform	Praktikum (9 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Teilnahme am einführenden Seminar und sechs haupttestierte Versuchsprotokolle.
CP	9
Voraussetzungen	Kenntnisse in Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik; Teilnahme an der Arbeitsschutzbelehrung, Teilnahme am einführenden Seminar
Verwendbarkeit	Pflichtmodul im Masterstudiengang für Absolventen eines Bachelorstudiengangs außerhalb der Physik.
Lernziele	Neben der Vertiefung des Wissens zum Themenkreis der Versuche und dem Heranführen an einen wissenschaftlichen Arbeitsstil bei der Lösung experimenteller Aufgaben dient das Fortgeschrittenenpraktikum der Verknüpfung und selbständigen Erweiterung von bisher erworbenen Kenntnissen, welche die Studierenden zum selbständigen Arbeiten im Forschungslabor befähigt.
Inhalt	Das Master-Fortgeschrittenenpraktikum bietet ein Spektrum von Versuchen aus der Atom-, Kern-, Festkörper- und Biophysik an. Die Versuche sind den einzelnen Arbeitsgebieten der am Fachbereich vertretenen Arbeitsgruppen zugeordnet. Es gibt im Rahmen des Fortgeschrittenenpraktikums die Möglichkeit schon vor der Bachelorarbeit etwas eigenständiger wissenschaftlich zu arbeiten.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsanleitungen mit Literaturangaben werden in den einführenden Seminarvorträgen ausgehändigt.</li> </ul>

## B.21 Masterarbeit

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Masterarbeit</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	
Sprache	Deutsch
Lehrform	
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Die Note der Präsentation mit Diskussion ergibt sich als arithmetisches Mittel der Noten der beiden Prüferinnen oder Prüfer.  Die Bewertung der Masterarbeit ergibt sich aus den Noten der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation mit Diskussion als Mittel mit den Gewichten 3/4 und 1/4.
CP	30
Voraussetzungen	Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer alle Module der Vertiefung gemäß 4 Abs. 1-4 und mindestens zwei Module des Schwerpunktblocks absolviert hat.
Verwendbarkeit	Die Masterarbeit schließt das Masterstudium ab.
Lernziele	Die Masterarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin oder der Kandidat in der Lage ist, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen Forschung in dem Fach einzuarbeiten, geeignete wissenschaftliche Methoden zunehmend selbständig anzuwenden und die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen.
Inhalt	Die Masterarbeit kann in einer Arbeitsgruppe des Fachbereichs Physik oder entsprechend der Schwerpunktsetzung auch in anderen naturwissenschaftlichen Fachbereichen, der Medizin oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen absolviert werden, sofern physikalische Methoden in überwiegendem Umfang zur Anwendung kommen.  Die Masterarbeit besteht aus einer Bearbeitungsphase, einer schriftlichen Ausarbeitung und einer mündlichen Präsentation und Diskussion der Ergebnisse.  Die Masterarbeit muss von einer Professorin oder einem Professor oder einer Person nach 23 (3) HHG des Fachbereichs Physik betreut werden. Deren oder dessen Einverständnis muss vor Beginn der Arbeit eingeholt werden.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## B.22 Metallic Magnetism

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Metallic Magnetism</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Florian Gebhard
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Reinhard Noack
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	seminar talk or oral exam
CP	7
Voraussetzungen	working knowledge in quantum mechanics and electrodynamics; knowledge of condensed matter physics is helpful
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktblock des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	Magnetism of simple metals, magnetic impurities in metals (Kondo effect, RKKY interaction) itinerant magnetism of transition metals
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus I+II</li><li>• (Teubner, Stuttgart, 1986)</li><li>• P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism (World Scientific, Singapore, 1999)</li><li>• S. Sugano, Y. Tanabe, H. Kamimura</li><li>• Multiplets of Transition-Metal Ions in Crystals</li><li>• (Academic Press, London, 1970)</li><li>• A.C. Hewson, The Kondo Problem to Heavy Fermions</li><li>• (Cambridge Studies in Magnetism 2, Cambridge, 1992)</li></ul>
-----------	--

### B.23 Models and Methods for Correlated Electron Systems

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Models and Methods for Correlated Electron Systems</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Florian Gebhard
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Reinhard Noack
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	oral exam
CP	7
Voraussetzungen	working knowledge of quantum mechanics, electrodynamics, and condensed matter physics; many-particle physics I is helpful
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Models for the many-particle problem (band structure theory; density-functional theory, Hubbard Hamiltonian); Limit of high dimensions (definition, simplifications, effective single-site models, analytical and numerical approaches); Gutzwiller-correlated wave functions (definition, exact evaluation in one dimension, exact evaluation in high dimensions);</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- H. Haken, Quantenfeldtheorie des Festkörpers, B. G. Teubner, Stuttgart, 1973.
- D. Pines, Elementary Excitations in Solids, W. A. Benjamin, Inc., New York, Amsterdam, 1964.
- A.L. Fetter und J.D. Walecka, Quantum theory of many-particle systems (McGraw-Hill, New York, 1971)
- G.D. Mahan, Many-Particle Physics
- (2. Auflage, Plenum Press, New York, 1990)
- J.W. Negele und H. Orland, Quantum Many-Particle Systems (Addison-Wesley, New York, 1988).

## B.24 Nanophysics and Nanotechnology

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Nanophysics and Nanotechnology</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Ulrich Höfer
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Peter Jakob, Dr. habil. Wolfgang Stolz
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Active participation in the course, seminar talk, written or oral exam.
CP	7
Voraussetzungen	Bachelor, Surface Physics (recommended).
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang
Lernziele	Knowledge of fabrication and characterization methods of functionalized materials on the nanoscopic scale. The students will acquire a profound understanding of surface and interface properties of thin films and small-scale devices. They will get an overview of numerous current applications of nanostructures materials and promising current developments.
Inhalt	Nanofabrication techniques: physical processes in thin film deposition and lateral structurization; analytic methods: surface sensitivity, scanning probe techniques; mechanical and electronic properties of nanostructured materials; nanotribology: friction, adhesion, boundary lubrication; applications of nanostructured materials.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timp (ed.): Nanotechnology, AIP press (1999).</li> <li>• Bhushan (ed.): Nanotechnology, Springer (2004).</li> <li>• Rubahn: Nanophysik und Nanotechnologie, Teubner (2002).</li> <li>• Wiesendanger: Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy, Cambridge University Press (1998).</li> <li>• Lüth: Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films, Springer (2001).</li> <li>• Persson: Sliding Friction, Springer</li> </ul>

## B.25 Neurons and Networks

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Neurons and Networks</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Frank Bremmer
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Frank Bremmer, Dr. Thomas Wachtler
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Oral exam in the course of a graded seminar talk at end of semester, with examination on the topics covered by lectures and seminar.
CP	7
Voraussetzungen	B.Sc.
Verwendbarkeit	Master-Studiengänge Physics, Molecular and Cellular Biology und Organismic Biology
Lernziele	The students will learn about the structure and biophysical functionality of a central element of the nervous system, the neuron. First, structure and function of a neuron will be considered. This includes the discussion of intracellular structures as well as membrane models and ion channels. Nernst and Goldman equations will be derived, and the generation of action potentials (Hodgkin-Huxley) will be discussed extensively. Several types of signal transmission will be introduced, followed by consideration of synaptic signal transmission, including its modulation. Finally, processes of sensitization, habituation, learning and plasticity will be introduced and discussed with the somatosensory system as example.
Inhalt	Functional organization of neurons, types of neurons, membrane models, ion channels and diffusion, Nernst/Goldman equations, recording methods for electrical signals, equivalent circuits, action potential, Hodgkin-Huxley equation, dendritic and axonal signal transmission, electrical and chemical synapses (excitatory, inhibitory, facilitatory), receptor types, second-messenger cascades, neurotransmitters, modulation of synaptic activity, Hebbian learning, LTP vs LTD, sensory receptors, models of impulse-coded neurons, neural codes.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandel, Schwartz &amp; Jessell: Principles of Neural Science (Appleton &amp; Lange)</li> <li>• Purves et al.: Neuroscience (Sinauer Assoc.)</li> <li>• Nicholls, Martin &amp; Wallace: From Neuron to Brain (Sinauer Assoc.)</li> <li>•</li> </ul>

## B.26 Nichtphysikalisches Wahlmodul

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Nichtphysikalisches Wahlmodul</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	
Sprache	Deutsch
Lehrform	
Voraussetzung für die Vergabe von CP	
CP	9
Voraussetzungen	
Verwendbarkeit	Wahlweise im Vorbereitungsmodul des Masterstudiums
Lernziele	
Inhalt	Das nichtphysikalische Wahlmodul kann aus einem nichphysikalischen Fachbereich gewählt werden und soll nicht nur einführenden Charakter haben
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## B.27 Physics of Fluids

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Physics of Fluids</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Peter Lenz, Dr. Jörg Schumacher
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Successful participation at exercises or passing a written/oral test.
CP	7
Voraussetzungen	Basic knowledge in classical mechanics.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Basic introduction into the theory of hydrodynamics.</p> <p>Main topics include: Navier-Stokes equation, inviscid flow, boundary layers, convection, flow in rotating fluids, instabilities, turbulence, application of fluid dynamics, Stokes equation and flow at high Reynolds numbers.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. J. Chorin, J. E. Marsden, A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics, Springer Verlag; 3rd edition</li> <li>• G. K. Batchelor, An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press</li> <li>• T. E. Faber, Fluid Dynamics for Physicists, Cambridge University Press</li> <li>• D. J. Tritton, Physical Fluid Dynamics, Oxford University Press</li> <li>• L. D. Landau, E. M. Lifschitz, Hydrodynamik, Harri Deutsch</li> </ul>

## B.28 Quantenmechanik II

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Quantenmechanik II</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Mündliche Prüfung oder Bestehen einer Klausur.
CP	9
Voraussetzungen	Vorlesungen über Theoretische Physik im Bachelor-Studiengang.
Verwendbarkeit	Wahlmodul im Vorbereitungsblock des Master-Studienganges
Lernziele	<p>Die Studierenden erhalten eine gründliche Ausbildung in der theoretischen Physik, die es ihnen erlaubt, bekannte und neue physikalische Fragestellungen zu bearbeiten. Insbesondere lernen sie, wichtige Systemparameter von unwichtigen zu trennen, komplexe Probleme auf lösbarere Einheiten zu reduzieren und den Kern eines Problems freizulegen (Modellbildung).</p> <p>Zugleich entwickeln sie ein Bewusstsein für die Entwicklung brauchbarer Näherungen, die es erlauben, grundlegende Mechanismen und Abläufe zu erklären, nachvollziehbar zu machen und so zu quantitativen Vorhersagen für die Systemdynamik zu kommen (Modellbearbeitung).</p> <p>Zentrale Bestandteile der Theorieausbildung sind also</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) Vermittlung fachspezifischer Fertigkeiten,</li> <li>(ii) Abstraktion und Modellbildung</li> <li>(iii) Ergebnisorientierte Modellbearbeitung</li> </ul> <p>Das Erlernen dieser Fähigkeiten ermöglicht es den Absolventinnen und Absolventen der Physik, in vielfältigen Berufen erfolgreich tätig zu sein.</p>
Inhalt	Relativistische Wellengleichungen, zweite Quantisierung, relativistische Quantenfeldtheorie, Licht-Materie-Wechselwirkung, Greensche Funktionen, Maxwellsche Gleichungen in Medien, Anwendungen
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• A.S. Dawydow, Quantenmechanik, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1974.</li><li>• W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik, Band 7: Viel-Teilchen-Theorie, Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1995.</li><li>• N.N. Bogoljubov und D.V. Sirkov: Introduction to the theory of quantized fields (Interscience Publisher, New York, 1959)</li><li>• G.D. Mahan, Many-Particle Physics (2. Auflage, Plenum Press, New York, 1990)</li><li>• F. Schwabl: Quantenmechanik für Fortgeschrittene (Springer, Berlin 1997)</li><li>• C. Itzykson, J.B. Zuber: Quantum Field Theory (McGraw-Hill, New York, 1985)</li></ul>
-----------	---

## B.29 Quantenphysik und Statistik

Studiengang	M.Sc. in Physik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Informatik B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Biologie B.Sc. in Physik mit Schwerpunkt Physik mit Materialwissenschaften
Modul	<b>Quantenphysik und Statistik</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Peter Thomas, Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Bestehen einer Klausur
CP	9
Voraussetzungen	Kenntnisse in Mechanik, Elektrizität und Wärme, Analysis I und Lineare Algebra I oder Mathematik I und II
Verwendbarkeit	Das Modul Quantenphysik und Statistik wird in den Bachelorstudiengängen mit den Schwerpunkten Physik mit Materialwissenschaften, Physik mit Biologie und Physik mit Informatik eingesetzt. Es findet weiterhin Verwendung im Studiengang Physik für Lehramtsstudierende. Wahlmodul im Vorbereitungsblock des Master-Studienganges
Lernziele	Die Studierenden erhalten eine gründliche Ausbildung in der theoretischen Physik, die es ihnen erlaubt, bekannte und neue physikalische Fragestellungen zu bearbeiten. Insbesondere lernen sie, wichtige Systemparameter von unwichtigen zu trennen, komplexe Probleme auf lösbare Einheiten zu reduzieren und den Kern eines Problems freizulegen (Modellbildung). Zugleich entwickeln sie ein Bewusstsein für die Entwicklung brauchbarer Näherungen, die es erlauben, grundlegende Mechanismen und Abläufe zu erklären, nachvollziehbar zu machen und so zu quantitativen Vorhersagen für die Systemdynamik zu kommen (Modellbearbeitung).  Zentrale Bestandteile der Theorieausbildung sind also (i) Vermittlung fachspezifischer Fertigkeiten, (ii) Abstraktion und Modellbildung (iii) Ergebnisorientierte Modellbearbeitung  Das Erlernen dieser Fähigkeiten ermöglicht es den Absolventinnen und Absolventen der Physik, in vielfältigen Berufen erfolgreich tätig zu sein.
Inhalt	Einteilchen Quantenmechanik, Welle-Teilchen, eindimensionale Eigenwertprobleme, harmonischer Oszillator, Drehimpulse, Wasserstoffatom, Elektronenspin, Mehrteilchensysteme, Bosonen, Fermionen, Statistik, Verteilungen, Master- und Ratengleichungen, Gleichgewichtsensemble, Statistischer Operator, Thermodynamische Potentiale, Ideale Quantengase, Plancksches Strahlungsgesetz

Medienformen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tafel</li><li>• veranstaltungsspezifische Website</li><li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li><li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li></ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik, Band 4: Spezielle Relativitätstheorie Thermodynamik, Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1993.</li><li>• W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik, Band 5: Quantenmechanik, Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1994.</li><li>• W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik, Band 6: Statistische Physik, Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1994.</li></ul>

### B.30 Quantum Optics

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Quantum Optics</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Harald Ries
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Stephan Koch
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	oral or written examination
CP	7
Voraussetzungen	This lecture is intended for students who have a decent foundation in Theoretical Physics and prior knowledge of quantum mechanics.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktsblock des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>This lecture provides a thorough introduction to the general theory of quantum optics. The student will learn about optical and light-matter interaction effects the cannot be described at the semi-classical level. It will be shown how to apply quantum mechanical methods to describe electro-dynamical effects in atomic as well as solid state systems. As a central theme, the coupling of the quantized light field to electrons in atoms and solids is investigated in detail, while the many-body Coulomb interaction of charge carriers is fully included. This theoretic framework is utilized to analyze important quantum-optical effects, including Casimir forces, spontaneous emission, entanglement, and squeezing.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- D.F. Walls and G.J. Milburn, Quantum Optics (Springer, 1994)
- P. Meystre and M. Sargent III, Elements of Quantum Optics (Cambridge University Press 1990)
- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, Photons and Atoms Introduction to Quantum Electrodynamics, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.

### B.31 Random Matrices

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Random Matrices</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Prof. Dr. Bruno Eckhardt
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Successful participation in the accompanying seminar or course of exercises
CP	7
Voraussetzungen	Basic knowledge on quantum mechanics
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Random matrix theory is the standard tool to describe the universal properties of the spectra of chaotic systems. An overview on the existing experiments is presented, in particular from nuclear and atomic physics, mesoscopic physics, and a variety of billiard systems. On the theoretical side the basic concepts are introduced, including spectral density, level spacing distribution, two-point correlation function, spectral form factor, and related quantities. Spectral level dynamics is another important aspect, i.e. the development of the eigenvalues under the influence of an external perturbation. The course ends with an introduction into supersymmetry theory, the method of choice to perform averages over ensembles of random matrices.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- M. L. Mehta, Random Matrices, 2nd Ed., Academic Press 1991
- H.-J. Stöckmann, Quantum Chaos - an Introduction, Cambridge University Press 1999
- F. Haake, Quantum Signatures of Chaos, 2nd Ed., Springer 2001

### B.32 Semiconductor Physics

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Semiconductor Physics</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Wolfgang Rühle
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Wolfgang Rühle, Prof. Dr. Wolfram Heimbrodt, Prof. Dr. Gerhard Weiser
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	active participation in the course, seminar talk, written or oral examination
CP	7
Voraussetzungen	B.Sc., Modul Fundamentals of Semiconductors
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Physik
Lernziele	In this advanced course the students will gain a thorough knowledge about semiconductor physics and semiconductor devices in the framework of quantum mechanics. The students will acquire a profound understanding of the relevant physical mechanisms in semiconductors and their application in devices.
Inhalt	The physics of semiconductors and devices based on Quantum mechanics. Band structure, density of states and dielectric function, electronic properties, optical properties, phonons, quantum mechanics of electron-phonon interaction, shallow states, electrical transport, magneto-transport, quantum hall effect and fractional quantum hall effect, scattering processes, magneto-optics, nanostructures, low dimensional structures
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yu, Cardona Fundamentals of Semiconductors(Springer-Verlag)</li> <li>• Enderlein, Horing Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices(World Scientific)</li> <li>• Singh Physics of Semiconductors and their heterostructures(McGraw-Hill)</li> <li>• Weisbuch, Vinter Quantum Semiconductor Structures(Academic Press)</li> <li>• Rosencher, Vinter Optoelectronics(Cambridge University Press)</li> </ul>

### B.33 Semiconductor Physics and Devices

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Semiconductor Physics and Devices</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Wolfgang Rühle
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Wolfgang Rühle, Prof. Dr. Wolfram Heimbrodt, Prof. Dr. Gerhard Weiser
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	active participation in the course, seminar talk, written or oral examination
CP	7
Voraussetzungen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Physik
Lernziele	In-depth knowledge of the principles of semiconductor physics and semiconductor devices, The students get an overview of applications in basic and applied research and for analytical purposes.
Inhalt	Introduction on the basis of fundamental principles of electrodynamics, statistics and quantum theory, growth techniques, crystalline, amorphous, inorganic, organic and magnetic semiconductors, electronic band structures, vibrational properties, optical properties, electron-phonon interaction, microscopic description of defects, optical properties, quantum confinement of electrons and phonons, elements of device physics, p-n-junction, diode, field effect transistor, light emitting diode, semiconductor laser, photodetector, solar cells
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yu, Cardona Fundamentals of Semiconductors(Springer-Verlag)</li> <li>• Enderlein, Horing Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices(World Scientific)</li> <li>• Singh Physics of Semiconductors and their heterostructures(McGraw-Hill)</li> <li>• Weisbuch, Vinter Quantum Semiconductor Structures(Academic Press)</li> <li>• Rosencher, Vinter ptoelectronics(Cambridge University Press)</li> </ul>

### B.34 Signal- and Systems-Analysis

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Signal- and Systems-Analysis</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Frank Bremmer
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Reinhard Eckhorn, Prof. Dr. Heinz Jansch, Prof. Dr. Frank Bremmer, Dr. Thomas Wachtler
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Oral exam in the course of a graded seminar talk at end of semester, with examination on the topics covered by lectures and seminar.
CP	7
Voraussetzungen	B.Sc.
Verwendbarkeit	Master-Studiengänge Physics, Molecular and Cellular Biology, Organismic Biology
Lernziele	The students will gain theoretical and practical knowledge about the analysis and description of arbitrary unknown systems with respect to their signal transmission properties, which is relevant for all fields of science. This knowledge is applicable to basic research in academia and industry as well as in engineering. It is equally suited for the analysis and description of processes in the social sciences and economics. Emphasis of lecture course and seminar will be on linear, time-invariant systems, which are well understood by a concise and complete theory, but analysis methods for non-linear systems will also be covered. Thus, the students will learn solution approaches for a broad range of practical problems. Topics will include not only deterministic, but also stochastic signals, since the signals in a system are often, and noise is nearly always, characterizable only by statistical methods. Therefore, the fundamentals of mathematical statistics will be covered. Since analyses of systems and signals depend largely on the application of computers, basic computational methods for discrete description of signals and systems will be considered. Obligatory seminar talks serve to audit the students. At the same time, the students learn to apply computational methods to problems of systems analysis, and train their didactical and presentation skills. The examples introduced in lectures and seminar will be from technical applications in basic research and technology, in particular from neurophysics.
Inhalt	Linear time-invariant systems (principle of superposition / stationarity conditions / systems analysis with deterministic signals / test signals / weight function / harmonic oscillations (discrete Fourier transformation) / continuous Fourier and Laplace transformations / complex frequency response / time- and frequency-domain filtering / convolution and multiplication / sampling theorem / digital filters / feedback systems and their stability (Smith chart) // systems analysis with stochastic signals: noise signals (white, colored, 1/f, shot noise) / statistical signal descriptions / signal coupling (correlation / coherence / perturbations / correlators / correlation receivers (incl. phase-locked loop) / optimal (Wiener) correlation receiver // Non-linear time-invariant systems: problems of analysis / approximation methods / Volterra-Wiener method / applications in technology and neuroscience / theoretical and practical limits of non-linear approaches / approximations for time-invariant systems

Medienformen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tafel</li><li>• veranstaltungsspezifische Website</li><li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li><li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li></ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• H.D. Lüke: Signalübertragung (Springer Verlag, Berlin)</li><li>• M. Schetzen: The Volterra &amp; Wiener Theories of Nonlinear Systems (Wiley &amp; Sons 1980, ISBN 0-471-04455-5)</li></ul>

### B.35 Single-Particle Properties of Solids

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Single-Particle Properties of Solids</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Peter Thomas
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	successful participation in exercises
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge in Quantum Mechanics and Solid State Physics
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Structure and symmetry of crystal lattices (Bloch theorem, Bloch electrons),          One-electron band structure (nearly free electrons, tight-binding, k.p theory),          Collective lattice vibrations (optical phonons, acoustic phonons),          Electron gas (noninteracting),          Interactions (electron-electron and electron-phonon),          Light-matter interaction (optical Bloch equations and semiconductor Bloch equations),          Electron transport in the single-particle picture.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

## Literatur

- O. Madelung, Introduction to Solid-State Theory, Springer, Berlin, 1996.
- K. Kopitzki, Einführung in die Festkörperphysik, B. G. Teubner, Stuttgart, 1986.
- G. Czycholl, Theoretische Festkörperphysik, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 2000.
- H. Haug, S. W. Koch, Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors, World Scientific, Singapore, 2004.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid-State Physics
- (Holt-Saunders, Philadelphia, 1976)

### B.36 Solar Energy Devices

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Solar Energy Devices</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Harald Ries
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Harald Ries, Dr. Ralf Leutz
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Seminar
CP	7
Voraussetzungen	B.Sc.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Understand the need for and the advantages of nonimaging optics (as opposed to imaging optics).</li> <li>+ Explain core definitions and techniques of nonimaging optics.</li> <li>+ Identify problems suitable for the nonimaging approach.</li> <li>+ Solve simple problems, mostly for solar concentrators, using numerical methods.</li> </ul>
Inhalt	Geometrical optics, optical tailoring, illumination optics, concentration, solar energy conversion
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W.T. Welford and R. Winston: High Collection Nonimaging Optics; Academic Press, 1989</li> <li>• R. Winston (ed.): Selected Papers on Nonimaging Optics; SPIE Milestone Series 106, SPIE Press, 1995</li> </ul>

### B.37 Statistische Physik

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Statistische Physik</b>
Modulverantwortliche	Der Studiendekan des FB Physik
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Prof. Dr. Sergei Baranovski, Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Stephan Koch, Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Reinhard Noack, Prof. Dr. Peter Lenz, Prof. Dr. Holger Neumann
Sprache	Deutsch
Lehrform	Vorlesung (4 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Mündliche Prüfung oder Bestehen einer Klausur.
CP	9
Voraussetzungen	Kenntnisse in Theoretischer Mechanik und Quantenmechanik
Verwendbarkeit	Wahlmodul im Vorbereitungsblock des Master-Studienganges
Lernziele	<p>Die Studierenden erhalten eine gründliche Ausbildung in der theoretischen Physik, die es ihnen erlaubt, bekannte und neue physikalische Fragestellungen zu bearbeiten. Insbesondere lernen sie, wichtige Systemparameter von unwichtigen zu trennen, komplexe Probleme auf lösbare Einheiten zu reduzieren und den Kern eines Problems freizulegen (Modellbildung). Zugleich entwickeln sie ein Bewusstsein für die Entwicklung brauchbarer Näherungen, die es erlauben, grundlegende Mechanismen und Abläufe zu erklären, nachvollziehbar zu machen und so zu quantitativen Vorhersagen für die Systemdynamik zu kommen (Modellbearbeitung).</p> <p>Zentrale Bestandteile der Theorieausbildung sind also</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) Vermittlung fachspezifischer Fertigkeiten,</li> <li>(ii) Abstraktion und Modellbildung</li> <li>(iii) Ergebnisorientierte Modellbearbeitung</li> </ul> <p>Das Erlernen dieser Fähigkeiten ermöglicht es den Absolventinnen und Absolventen der Physik, in vielfältigen Berufen erfolgreich tätig zu sein.</p>
Inhalt	Ensembles, Thermodynamisches Gleichgewicht, Gase und Flüssigkeiten, Phasenübergänge, Fluktuationen im Gleichgewicht (Fokker-Planck, Langevin, und Diffusionsgleichungen), Mastergleichung, Boltzmann Transport
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik, Band 4: Spezielle Relativitätstheorie, Thermodynamik, Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1993.</li><li>• W. Nolting, Grundkurs: Theoretische Physik, Band 6: Statistische Physik, Verlag Zimmermann-Neufang, Ulmen, 1994.</li><li>• F. Schwabl: Statistische Mechanik (Springer, Berlin, 2000)</li><li>• N.G. van Kampen: Stochastic Processes in Physics and Chemistry (North Holland, Amsterdam, 1981)</li><li>• F. Reif, Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, Mc Graw Hill 1965, 615 S.</li><li>• R. Becker, Theorie der Wärme, Springer 1985, 350 S.</li><li>• K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley 1963 und 1987</li><li>• Thirring, W. Lehrbuch der mathematischen Physik:</li><li>• Quantenmechanik großer Systeme, Springer, 1980</li></ul>
-----------	--

### B.38 Superconductivity

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Superconductivity</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Holger Neumann
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Florian Gebhard, Prof. Dr. Reinhard Noack
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Vorlesung (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	seminar talk or oral exam
CP	7
Voraussetzungen	working knowledge in quantum mechanics and electrodynamics
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	Basic experiments, Ginzburg-Landau theory, electron-phonon interaction, BCS theory, from BCS to Ginzburg-Landau theory
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.R. Schrieffer, Theory of Superconductivity,(4th revised printing, Addison Wesley, New York, 1988)</li> <li>• W. Buckel und R. Kleiner, Superconductivity. Fundamentals and Applications, (Wiley-VCH, Weinheim, 2004)</li> <li>• M. Tinkham, Introduction to superconductivity, (2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1996)</li> <li>• R.D. Parks (editor), Superconductivity (2 Bände), (Marcel Dekker, New York, 1969).</li> </ul>

### B.39 Surface Dynamics

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Surface Dynamics</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Ulrich Höfer
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Peter Jakob, Prof. Dr. Heinz Jänsch
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Active participation in the course, seminar talk, written or oral exam
CP	7
Voraussetzungen	Bachelor, Surface Physics
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang
Lernziele	In-depth knowledge of important surface phenomena related to excited states and the adsorption of atoms and molecules. In this advanced course the students will gain an overview of recent developments in the fields of gas-surface dynamics and of time-resolved spectroscopy of surfaces. They will become familiar with key experiments and new findings in the forefront of surface science research which will enable them to access original publications in the field.
Inhalt	Dynamics of adsorption, desorption and diffusion of atoms and molecules at surfaces, surface reactions, vibrations and electronic excitations at surfaces and interfaces, nonlinear optical spectroscopy and ultrafast time-resolved spectroscopy at surfaces and interfaces.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolasinski: Surface Science - Foundations of Catalysis and Nanoscience, Wiley.</li> <li>• Groß: Theoretical Surface Science - A Microscopic Perspective, Springer (2003).</li> <li>• Bechstedt: Principles of Surface Physics, Springer (2003).</li> <li>• Dai/Ho (eds.): Laser Spectroscopy and Photochemistry on Metal Surfaces, Vol. 1 and 2.</li> <li>• Selected review articles.</li> </ul>

## B.40 Surface Physics

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Surface Physics</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Ulrich Höfer
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Ulrich Höfer, Prof. Dr. Peter Jakob, Prof. Dr. Heinz Jänsch
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Successful participation in the course, written or oral exam.
CP	7
Voraussetzungen	Bachelor in physics, or knowledge of solid state physics, quantum physics, atom and molecule physics, or physical chemistry.
Verwendbarkeit	Pflichtmodul für den Bachelorstudiengang mit dem Schwerpunkt Physik mit Materialwissenschaften, Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Physik.
Lernziele	In this course, the students will gain an overview of the physics of surfaces and interfaces and of the current surface investigation methods. They will gain insight into the general structural and electronic properties of solid state interfaces, which will enable them to familiarize themselves quickly and thoroughly with the various areas of modern material sciences and nanotechnology.
Inhalt	Atomic and electronic structure of solid surfaces, reconstruction, surface states, surface phonons, adsorption. Experimental methods: Fundamentals of ultra-high vacuum techniques, preparation of surfaces, low energy electron diffraction (LEED), scanning tunneling microscopy (STM) and atomic force microscopy (AFM), photoelectron spectroscopy and Auger electron spectroscopy (XPS, UPS, AES), electron energy loss spectroscopy (EELS), helium scattering, ion scattering, mass spectroscopy.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oura et al.: Surface Science - An Introduction, Springer (2003).</li> <li>• Bechstedt: Principles of Surface Physics, Springer (2003).</li> <li>• Lüth: Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films, Springer (2001).</li> <li>• Henzler/Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers, Teubner (1991).</li> <li>• Woodruff/Delchar: Modern Techniques of Surface Science, Cambridge University Press (1994).</li> </ul>

### B.41 Thermodynamics of Light

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Thermodynamics of Light</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Harald Ries
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Harald Ries, Dr. Ralf Leutz
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Seminar
CP	7
Voraussetzungen	B.Sc.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktbereich des Master-Studienganges
Lernziele	Understand core concepts and techniques of the thermodynamic approach to light.  Apply thermodynamic modelling to thermal and luminescent light sources
Inhalt	Thermodynamics, information entropy, electromagnetic waves, thermal radiation, quantum conversion
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L.D. Landau and E.M. Lifschitz: Statistical Physics; Addison-Wesley, Reading, Mass., 1969</li> <li>• C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, and G. Grynberg: Atom-photon interactions; John Wiley &amp; Sons, 1992</li> </ul>

## B.42 Turbulence

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Turbulence</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Bruno Eckhardt, Prof. Dr. Peter Lenz, Dr. Jörg Schumacher, Dr. Jürgen Vollmer
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	oral or written exam.
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge in classical mechanics, field theory and statistical physics.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt Complex Systems im MSc Studiengang.
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	Theoretical and experimental facts about turbulent flows, statistical descriptions, Kolmogorov's theory of energy spectra and structure functions, intermittency, boundary layers, passive and active advection, turbulence modelling.
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H Tennekes and JL Lumley, A first course in turbulence, MIT Press 1972</li> <li>• DJ Tritton, Physical Fluid Dynamics, Clarendon Press 1988.</li> <li>• PA Davidson, Turbulence, Oxford University Press 2004.</li> <li>• SB Pope, Turbulent flows, Cambridge University Press 2000.</li> </ul>

### B.43 Ultrafast Spectroscopy

Studiengang	M.Sc. in Physik
Modul	<b>Ultrafast Spectroscopy</b>
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Peter Thomas
Dozent(inn)en	Prof. Dr. Mackillo Kira, Prof. Dr. Peter Thomas, Priv. Doz. Dr. Torsten Meier, Prof. Dr. Stephan Koch
Sprache	Englisch
Lehrform	Vorlesung (2 SWS), Tutorium (2 SWS)
Voraussetzung für die Vergabe von CP	successful participation in exercises and seminar talk or oral examination
CP	7
Voraussetzungen	Knowledge of quantum mechanics. Knowledge in solid state physics is helpful.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul im Schwerpunktblock des Master-Studienganges
Lernziele	<p>The goal is to train students in the fundamentals of theoretical physics so that they are able to treat both known problems and new questions in physics. In particular, they will learn to approach physical problems by distinguishing the important from the unimportant aspects, by reducing complex problems to manageable ones, and by uncovering the fundamental features (model development). Simultaneously, they will develop a feeling for the development of practical approximations in order to comprehensibly explain fundamental mechanisms and to make quantitative predictions about the behavior of a system (model solving).</p> <p>The central elements of the theoretical training are thus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) learning of field-specific skills</li> <li>(ii) abstraction and model development</li> <li>(iii) result-oriented model solving</li> </ul> <p>The acquisition of these skills will prepare graduates in physics for successful careers in a broad spectrum of professions.</p>
Inhalt	<p>Preliminaries: Experimental techniques, few-level systems, coherent tunneling, the semiconductor model, single-particle properties, the equation of motion approach, dynamical equations for the semiconductor;</p> <p>Applications: Linear optical response, <math>\chi^3</math>-processes for level systems, <math>\chi^3</math>-processes in ordered semiconductors, <math>\chi^3</math>-processes in disordered semiconductors, coherent-excitation-spectroscopy, character of continuum transitions, the semiconductor with applied electric field, mesoscopic semiconductor rings, coherent density dynamics in disordered semiconductors, current echoes.</p>
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• veranstaltungsspezifische Website</li> <li>• Folien (Powerpoint, PDF)</li> <li>• Allgemeine Informationen (Hinweise im WWW)</li> </ul>

Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• L. Allen, J.H. Eberly, Optical resonance and two-level atoms, Wiley (New York, 1975).</li><li>• J.D. Macomber, The dynamics of spectroscopic transitions, Wiley (New York, 1976).</li><li>• A. Stahl, I. Balslev, Electrodynamics of the semiconductor band edge, Springer Tracts in Mod. Phys., Vol. 110.</li><li>• H. Haug, S.W. Koch, Quantum theory of the optical and electronic properties of semiconductors, (World Scientific, Singapore, 2004).</li><li>• S. Mukamel, Principles of nonlinear optical spectroscopy, (Oxford, New York, 1995).</li><li>• W. Schäfer, M. Wegener, Semiconductor optics and transport phenomena, (Springer, Berlin, 2002).</li></ul>
-----------	--