



**UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN**

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

### **Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Physik an der Universität Paderborn**

**Universität Paderborn**

**Paderborn, 2006**

**urn:nbn:de:hbz:466:1-21521**

# AMTLICHE MITTEILUNGEN

Verkündungsblatt der Universität Paderborn (AM.Uni.Pb.)

Nr. 31 / 06 vom 16. Mai 2006

**Fakultät für Naturwissenschaften**

**Prüfungsordnung  
für den Master-Studiengang  
Physik  
an der Universität Paderborn**

**Vom 15. Mai 2006**



**UNIVERSITÄT PADERBORN**  
*Die Universität der Informationsgesellschaft*

**Fakultät für Naturwissenschaften**

**Prüfungsordnung**

**für den Master-Studiengang**

**Physik**

**an der Universität Paderborn**

**vom 15. Mai 2006**

Aufgrund des § 2 Absatz 4 und des § 94 Absatz 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) vom 14. März 2000 (GV. NRW. S. 190), in der Fassung des Gesetzes zur Weiterentwicklung der Hochschulreformen (Hochschulreform-Weiterentwicklungsgesetz) – HRWG – vom 30. November 2004 (GV. NRW. S. 752), hat die Universität Paderborn folgende Prüfungsordnung erlassen:

**Inhalt:**

<i>I. Allgemeines</i> .....	4
§ 1 Zweck der Prüfungen, Gliederung und Ziel des Studiums .....	4
§ 2 Akademischer Grad.....	4
§ 3 Regelstudienzeit, Studienumfang, Studienordnung .....	4
§ 4 Zeitlicher Zusammenhang der Prüfungen, Leistungspunktesystem, Meldung und Meldefristen, Prüfungsziele und Prüfungsleistungen .....	5
§ 5 Prüfungsausschuss.....	8
§ 6 Prüfende und Beisitzende.....	9
§ 7 Anrechnung von Studienzeiten, Studien- und Prüfungsleistungen, Einstufung in höhere Fachsemester .....	9
§ 8 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß, Schutzvorschriften .....	10
§ 9 Bewertung von Prüfungsleistungen und Bildung der Noten .....	11
<i>II. Masterprüfung</i> .....	12
§ 10 Zulassung .....	12
§ 11 Zulassungsverfahren.....	13
§ 12 Prüfungen und Module.....	14
§ 13 Prüfungen der Vertiefungsphase, Wiederholung und Kompensation.....	15
§ 14 Forschungsphase .....	16
§ 15 Annahme, Bewertung und Wiederholung der Module in der Forschungsphase.....	17
§ 16 Anerkennung und Beschränkung von Leistungspunkten.....	19
§ 17 Umfang, Bewertung und Abwahl von Modulen.....	19
§ 18 Zusatzmodule .....	20
§ 19 Abschluss der Masterprüfung.....	20
§ 20 Bewertung der Masterprüfung und Bildung der Noten .....	20
§ 21 Masterzeugnis, Diploma Supplement.....	20
§ 22 Masterurkunde .....	21
<i>III. Schlussbestimmungen</i> .....	21
§ 23 Ungültigkeit der Masterprüfung und Aberkennung des Mastergrades .....	21
§ 24 Aberkennung des Mastergrades .....	22
§ 25 Einsicht in die Prüfungsakten.....	22
§ 26 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen .....	22
<i>Anhang: Studentafel, Studienverlaufsplan und Modulbeschreibungen</i> .....	23
Studentafel .....	23
Studienverlaufsplan.....	24
Modulübersicht Master .....	25
Modulbeschreibungen.....	27



## I. Allgemeines

### § 1

#### Zweck der Prüfungen, Gliederung und Ziel des Studiums

(1) Der Masterabschluss stellt einen zweiten berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums der Physik dar.

Er stellt sicher, dass die Studierenden neben den allgemeinen Studienzielen des § 81 HG gründliche Fachkenntnisse und Schlüsselqualifikationen erworben haben und die Fähigkeit besitzen, in ihrer Arbeit die wissenschaftlichen Methoden der Physik anzuwenden und unter Berücksichtigung der Auswirkungen des technologischen Wandels verantwortlich zu handeln.

(2) Das Studium besteht aus einem ersten Abschnitt, in dem die Studierenden an Lehrveranstaltungen teilnehmen (fachliche Vertiefungsphase), und einem zweiten Abschnitt, der im Rahmen der Masterarbeit in eine selbstständige forschende Tätigkeit im Bereich der Physik einführt (Forschungsphase).

(3) Durch die Masterprüfung soll festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat die inhaltlichen Grundlagen der Physik und einen systematischen Überblick sowie ein methodisches Instrumentarium für eine selbstständige forschende Tätigkeit im Bereich der Physik und ihren technologischen Anwendungen erworben hat.

### § 2

#### Akademischer Grad

Sind alle erforderlichen Prüfungsleistungen im Rahmen des Masterstudiums erbracht, verleiht die Fakultät für Naturwissenschaften den akademischen Grad *Master of Science* in einer Urkunde. Als abgekürzte Schreibweise wird *M. Sc.* verwendet.

### § 3

#### Regelstudienzeit, Studienumfang, Studienordnung

(1) Die Regelstudienzeit für das Masterstudium der Physik beträgt 4 Semester (einschließlich der Anfertigung der Masterarbeit), das entspricht einer Workload von 3600 Stunden Vollzeitarbeit oder 120 Leistungspunkten.

(2) Das Studium umfasst in der Vertiefungsphase Veranstaltungen des Pflicht- sowie des Wahlpflichtbereichs und des Studium Generale mit einem Gesamtumfang von 60 Leistungspunkten (in der Regel ca. 40 SWS). Davon entfallen 10 Leistungspunkte auf den Pflichtbereich und 6 Leistungspunkte auf das Studium Generale. Das zweite Studienjahr ist überwiegend zur Anfertigung der Masterarbeit vorgesehen. Während dieser Zeit besteht zusätzlich die Möglichkeit, an Lehrveranstaltungen teilzunehmen.

(3) Innerhalb des Studiums sind Veranstaltungen zu absolvieren, in denen der Erwerb von Schlüsselqualifikationen ein integraler Bestandteil ist. Die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen erfolgt zum einen durch das Kolloquium zur Masterarbeit und zum anderen im Rahmen zweier Hauptseminare. Diese Veranstaltungen zielen u. a. auf den Erwerb von Kommunikations-, Präsentations- und Moderationskompetenzen sowie von Fähigkeiten zur Nutzung moderner Informationstechnologien. Der Umfang von Leistungspunkten, die durch Schlüsselqualifikationen erworben werden, beträgt somit mindestens 11. Die Zahl der Lehrveranstaltungen, in denen Schlüsselqualifikationen vermittelt werden, ist allerdings deutlich höher anzusetzen, da sie auch in den Übungen sowie in den Veranstaltungen im Rahmen des Studium Generale eine wichtige Rolle spielen. Durch die Anwendung neuer Lehr- und Prüfungsformen gilt dies ebenso für viele Vorlesungen.



(4) Jede Lehrveranstaltung sowie die dazugehörige Prüfung wird einem Modul zugeordnet. Die Fakultät für Naturwissenschaften erstellt auf der Grundlage dieser Prüfungsordnung eine Studienordnung. Diese gibt insbesondere Aufschluss über Umfang, Inhalt und Ziele der einzelnen Module, Lehrveranstaltungen und Lehrveranstaltungsblöcke, die Zuordnung einzelner Lehrveranstaltungen und Lehrveranstaltungsblöcke zu Modulen und der Module zu den Vertiefungsrichtungen. Sie informiert weiterhin über die vorgesehenen Lehr- und Lernformen in den einzelnen Lehrveranstaltungen und Lehrveranstaltungsblöcken, regelt die Zusammenfassung einzelner Lehrveranstaltungen zu Lehrveranstaltungsblöcken und gibt Auskunft über die notwendigen Vorkenntnisse. Änderungen im Katalog und in der Zuordnung bzw. Zusammenfassung der Lehrveranstaltungen und Lehrveranstaltungsblöcke gibt der Prüfungsausschuss rechtzeitig zu Beginn eines Studienjahres bekannt.

(5) In der Studienordnung sind die Studieninhalte so auszuwählen und zu begrenzen, dass das Studium in der Regelstudienzeit abgeschlossen werden kann.

## § 4

### **Zeitlicher Zusammenhang der Prüfungen, Leistungspunktesystem, Meldung und Meldefristen, Prüfungsziele und Prüfungsleistungen**

(1) Die Masterprüfung besteht aus den Prüfungsleistungen gemäß § 12. Die Masterprüfung mit der ihr zugehörigen schriftlichen Masterarbeit soll grundsätzlich innerhalb der in § 3 Absatz 1 festgelegten Regelstudienzeit abgeschlossen sein.

(2) Alle Prüfungen werden studienbegleitend und jeweils nach dem Prinzip eines Leistungspunktesystems abgelegt. Für die Gewichtung, Zählung und Anrechnung von Prüfungsleistungen in dem Masterstudiengang *Physik* werden Leistungspunkte gemäß dem European Credit Transfer System (ECTS) verwendet. Ein Leistungspunkt nach Maßgabe dieser Prüfungsordnung entspricht einem Punkt im Sinne des ECTS. In jeder Lehrveranstaltung hat der verantwortliche Lehrende dafür Sorge zu tragen, dass mit einer Arbeitsbelastung von durchschnittlich 30 Stunden pro Leistungspunkt die Veranstaltung mit der ihr zugeordneten Prüfung erfolgreich absolviert werden kann. Bei der Zuordnung von Semesterwochenstunden zu Leistungspunkten hat sich der Dozent nach den Angaben in den Tabellen im Anhang zu dieser Prüfungsordnung zu richten. Der Fakultätsrat kann Ausnahmen von dieser Zuordnungsvorschrift

~~(3) Als je~~ (3) ~~zu jeder~~ einzelnen veranstaltungsbezogenen Prüfung ist eine gesonderte Meldung erforderlich. Mit der Meldung ist anzugeben, welchem Modul und ggf. welcher Vertiefungsrichtung die Prüfung zugeordnet wird. Die erste Prüfungsmeldung in einem Modul gilt gleichzeitig als Meldung zu dem entsprechenden Modul. Jede Prüfungsmeldung erfolgt in dem vorgesehenen Anmeldezeitraum vor dem jeweiligen Prüfungstermin. Die Meldung kann nur erfolgen, soweit die Zulassungsvoraussetzungen (§ 10) erfüllt sind. Die Meldung zu den Prüfungen soll nach Vorgabe des Prüfungsausschusses beim Prüfungssekretariat erfolgen. Melde- und Rücktrittsfristen für Seminare und Praktika werden von dem jeweiligen Lehrenden bekannt gegeben. Alle anderen Melde- und Rücktrittsfristen werden durch Aushang beim Zentralen Prüfungssekretariat bekannt gegeben. Die Regelungen der Wiederholungsprüfungen sind zu beachten (§ 13 Absatz 5). Mit der Meldung zu der ersten Prüfung ist der Antrag auf Zulassung (im Sinne des § 10) zu den Prüfungen im Masterstudiengang zu stellen.

(4) Bei Veranstaltungen, die nicht vom Department Physik angeboten werden, kommen bei Anmeldung, Abmeldung, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß, Bewertung der Prüfungsleistungen und der Zuordnung von Leistungspunkten die Regelungen der jeweiligen Hochschulprüfungsordnungen zur Anwendung. Ggf. ist die Zuordnung von Leistungspunkten von dem jeweiligen Prüfungsausschuss vorzunehmen. Leistungspunkte sind im Sinne des ECTS zu vergeben. Wird die Prüfung in mehreren Hochschulprüfungsordnungen angeboten, kann die Kandidatin oder der Kandidat die Prüfungsordnung bestimmen, nach der er oder sie geprüft wird.



(5) In den Prüfungen soll die Kandidatin oder der Kandidat nachweisen, dass sie oder er in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem ihres oder seines Studienganges erkennen und Wege zu einer Lösung finden kann.

(6) Als Prüfungsleistungen werden unterschieden:

**a) Klausuren**

In den Klausurarbeiten soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er in einer vorgegebenen Zeit mit den von der bzw. dem Prüfenden zugelassenen Hilfsmitteln Probleme ihres bzw. seines Faches erkennen und mit geläufigen Methoden lösen kann.

Klausurarbeiten werden in der Regel von einer oder einem Prüfenden im Sinne des § 6 Absatz 1 bewertet. Im Fall der letzten Wiederholungsmöglichkeit einer Prüfung soll die Arbeit von zwei Prüfenden bewertet werden.

Die Dauer einer Klausurarbeit richtet sich nach der Summe der Leistungspunkte der zugrundeliegenden Veranstaltung. Sie beträgt in der Regel bei bis zu 5 Leistungspunkten 90 Minuten und bei mehr als 5 Leistungspunkten 180 Minuten. Der Prüfungsausschuss kann im Benehmen mit den Prüfenden die Zeitdauer von Klausuren verändern. Diese abweichende Dauer ist spätestens zwei Monate vor der Prüfung öffentlich bekanntzugeben. Schriftliche Prüfungen nach dem Multiple-Choice-System sind ausgeschlossen. Über Hilfsmittel, die bei einer Klausurarbeit benutzt werden dürfen, entscheidet die Prüferin oder der Prüfer. Eine Liste der zugelassenen Hilfsmittel ist gleichzeitig mit Ankündigung des Prüfungstermins bekannt zu geben.

Das wissenschaftliche Personal kann bei der Korrektur von Klausurarbeiten mitwirken.

Die Bewertung von Klausuren ist den Studierenden spätestens nach sechs Wochen mitzuteilen. In der Regel erfolgt diese Mitteilung durch Aushang beim Zentralen Prüfungssekretariat.

**b) Mündliche Prüfungen:**

In den mündlichen Prüfungen soll die Kandidatin oder der Kandidat nachweisen, dass sie oder er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes erkennt und spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen vermag. Durch die mündlichen Prüfungen soll ferner festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat über ein breites Grundlagenwissen verfügt.

Mündliche Prüfungen, auch Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Absatz 7, werden vor mindestens zwei Prüfern (Kollegialprüfung) oder von einer oder einem Prüfenden in Gegenwart einer oder eines sachkundigen Beisitzenden (§ 6 Absatz 1) als Gruppenprüfungen oder als Einzelprüfungen abgelegt. Vor der Festsetzung der Note hört der oder die Prüfende die anderen an einer Kollegialprüfung mitwirkenden Prüferinnen oder Prüfer oder die Beisitzerin oder den Beisitzer in Abwesenheit der Kandidatin bzw. des Kandidaten.

Die Dauer einer mündlichen Prüfung je Kandidatin oder Kandidat (auch einer Ergänzungsprüfung nach § 13 Absatz 7) richtet sich nach der Summe der Leistungspunkte der zugrunde liegenden Veranstaltung. Sie beträgt in der Regel bei bis zu 5 Leistungspunkten etwa 30 Minuten, bei mehr Leistungspunkten 30-45 Minuten.

Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist der Kandidatin oder dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben.

Studierende, die sich in einem späteren Prüfungstermin der gleichen Prüfung unterziehen wollen, werden nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörende zugelassen, sofern nicht eine Kandidatin oder ein Kandidat widerspricht. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses an die Kandidatin bzw. an den Kandidaten.

**c) Seminare**

In Seminaren werden von den Studierenden selbstständig umfangreichere Themen erarbeitet und als schriftliche und mündliche Referate einem Auditorium vorgestellt. In Seminaren soll die Technik des Haltens und des Hörens eines wissenschaftlichen Vortrags, sowie die Leitung der Diskussion eingeübt werden. Sie dienen damit der Förderung der Präsentations- und Moderationskompetenz.



Die Prüfungsleistungen werden durch die Abgabe des schriftlich ausgearbeiteten Referates, den mündlichen Vortrag und die Verteidigung dieses Referates – nach regelmäßiger, aktiver Teilnahme an den Seminarsitzungen – erbracht. Hinsichtlich der Prüfenden gelten entsprechend die Regelungen für die Bewertung von Klausuren bzw. mündlichen Prüfungen.

#### **d) Praktika**

In den Praktika sollen die Kandidatinnen und Kandidaten nachweisen, dass sie eine experimentelle Aufgabe angemessen vorbereiten, unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten durchführen, auswerten und dokumentieren können. Um die Zusammenarbeit zu üben und aus Sicherheitsaspekten werden in der Regel die Versuche jeweils von zwei Studierenden gemeinsam durchgeführt. Damit soll gleichzeitig Kommunikations- und Teamfähigkeit als Schlüsselqualifikation vermittelt werden. Da in der Auswertung vielfach moderne Informationstechnologien genutzt werden, werden im Rahmen der Praktika auch entsprechende Schlüsselqualifikationen vermittelt.

Jedes Praktikum besteht aus einer vorgegebenen Anzahl von Versuchen aus einem inhaltlich gegliederten Katalog von Versuchen. Die Anzahl wird vom Prüfungsausschuss im Benehmen mit dem verantwortlichen Lehrenden festgelegt. Für die Kandidatinnen und Kandidaten besteht in der Regel eine Wahlmöglichkeit zwischen inhaltlich gleichwertigen Versuchen. Für einen erfolgreichen Abschluss eines Praktikums sind diese Versuche vollständig durchzuführen.

Vor Beginn des jeweiligen Versuches überzeugt sich der Betreuer, ob die Vorbereitung der Studierenden ausreicht, um den Versuch erfolgreich und sicher durchführen zu können. Ist dies nicht der Fall, so kann der Versuch erst zu einem späteren Termin durchgeführt werden.

Während der Versuchsdurchführung wird ein Original-Messprotokoll aufgenommen und vom Betreuer abgezeichnet. Es liefert die Grundlage für die spätere Ausarbeitung.

Die Ausarbeitung umfasst neben einer kurzen Darstellung der physikalischen Grundlagen eine Beschreibung des Versuchsaufbaus, das Original-Messprotokoll und eine nachvollziehbare Auswertung mit Fehlerrechnung und Interpretation der Ergebnisse.

Ein neuer Versuch kann in der Regel erst begonnen werden, wenn die Ausarbeitung des vorherigen Versuches vorliegt.

Die Bewertung jedes Versuchs erfolgt auf der Grundlage der Vorbereitung, der Durchführung und eines Abschlussgespräches über die Ausarbeitung. Hinsichtlich der Prüfenden gelten entsprechend die Regelungen für die Bewertung von Klausuren. Mängel in der Auswertung und Darstellung können innerhalb einer weiteren Woche noch nachgebessert werden. Die Gesamtnote für das Praktikum ergibt sich aus der Durchschnittsbewertung aller Versuche.

(7) Modulprüfungen und Teilprüfungen zu Modulen sind in der Regel Prüfungen in Standardform (mündliche Prüfungen oder Klausuren). Sie umfassen den Stoff der jeweiligen Vorlesung sowie die in den zugehörigen Übungen vermittelten Fertigkeiten. Die Beurteilung der Leistung in Übungen kann auch in alternativer Form erfolgen (z.B. aktive Teilnahme etc.). In diesem Fall geht die Teilnote mit dem durch die Leistungspunkte gegebenen Gewicht ein, jedoch kann die Gesamtnote aus Vorlesung und Übungen nie schlechter sein als die Note der abschließenden Prüfung in Standardform. Bei Modulen mit weiteren Anteilen (z.B. Praktika) sind diese getrennt zu werten (ggf. in alternativer Form) und mit dem entsprechenden Gewicht in die Modulnote einzubeziehen. Jede Teilprüfung muss für sich bestanden werden.

(8) Aus didaktischen Gründen kann eine Prüfung aus mehreren, verschiedenartigen Prüfungsleistungen bestehen. Die Formen der Prüfungsleistungen können zu unterschiedlichen Prüfungsterminen voneinander abweichen.

(9) Macht die Kandidatin oder der Kandidat durch ein ärztliches Attest glaubhaft, dass sie oder er wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung nicht in der Lage ist, eine Prüfung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, hat die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin oder dem Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen.



(10) Für alle Prüfungen gibt der Prüfungsausschuss im Benehmen mit den Prüfenden für alle Kandidatinnen und Kandidaten einheitlich bekannt, welche Prüfungsleistungen jeweils verbindlich vorgegeben sind, wie sich die Gesamtnote einer Prüfung im Falle mehrerer Prüfungsleistungen berechnet und wie viele Leistungspunkte zugeordnet werden. Diese Vorgaben umfassen auch die Prüfungsleistungen der Wiederholungsprüfungen zu Prüfungen. Die Bekanntmachungen erfolgen in der Regel in den Veranstaltungskommentaren, bei Änderungen zu Beginn eines Semesters durch Austausch bei den Prüfenden, spätestens jedoch bis zum Ende der zweiten Vorlesungswoche.

(11) Für Prüfungen in Standardform werden bis zum Ende des ersten der Veranstaltung folgenden Semesters zwei Prüfungstermine angesetzt und ein weiterer Termin, der nur für Wiederholungsprüfungen vorgesehen ist. Bei der Festsetzung der Prüfungstermine ist darauf zu achten, dass keine Kollision mit Lehrveranstaltungen auftritt.

## § 5 Prüfungsausschuss

(1) Für die Organisation der Prüfungen an der Universität Paderborn und die durch diese Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben bildet der Fakultätsrat auf Vorschlag des für diesen Studiengang zuständigen Departments einen Prüfungsausschuss für:

1. die Organisation der Prüfungen und die Überwachung ihrer Durchführung,
2. die Überwachung der Einhaltung der Prüfungsordnung und für die Beachtung der für die Durchführung der Prüfungen beschlossenen Verfahrensregelungen,
3. Entscheidungen über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen,
4. die Abfassung eines jährlichen Berichts an den Studiendekan und den Departmentvorstand über die Entwicklung der Prüfungen und Studienzeiten,
5. die weiteren durch diese Ordnung dem Prüfungsausschuss ausdrücklich zugewiesenen Aufgaben.

Darüber hinaus gibt der Prüfungsausschuss Anregungen zur Reform der Prüfungsordnung und der Studienordnung und legt die Verteilung der Noten offen. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende oder den Vorsitzenden übertragen; dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den Bericht an die Fakultät. Die oder der Vorsitzende berichtet dem Prüfungsausschuss über die von ihr oder ihm allein getroffenen Entscheidungen.

(2) Der Prüfungsausschuss besteht aus:

1. der oder dem Vorsitzenden
2. einer Stellvertreterin oder einem Stellvertreter
3. einem weiteren Mitglied aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren
4. einem Mitglied aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeitenden
5. einem studentischen Mitglied

Die Mitglieder nach 1. und 2. müssen der Gruppe der Professorinnen und Professoren angehören.

Die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden nach Gruppen getrennt von ihren jeweiligen Vertreterinnen oder Vertretern im Fakultätsrat der für diesen Studiengang zuständigen Fakultät gewählt.

Für die Mitglieder nach 3.-5. werden stellvertretende Mitglieder gewählt.

Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren und aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beträgt drei Jahre, die Amtszeit der studentischen Mitglieder ein Jahr. Wiederwahl ist zulässig.

(3) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.



(4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben der oder dem Vorsitzenden oder der oder dem stellvertretenden Vorsitzenden und zwei weiteren Professorinnen oder Professoren mindestens ein weiteres stimmberechtigtes Mitglied anwesend ist. Der Prüfungsausschuss beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme der oder des Vorsitzenden. Die studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses wirken bei pädagogisch-wissenschaftlichen Entscheidungen, insbesondere über die Beurteilung, Anerkennung oder Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen, die Festlegung von Prüfungsaufgaben und die Bestellung von Prüfenden und Beisitzenden, nicht mit; diese Einschränkung berührt nicht das Recht auf Mitberatung.

(5) Der Prüfungsausschuss wird von der oder dem Vorsitzenden einberufen. Die Einberufung muss erfolgen, wenn mindestens drei Mitglieder dieses verlangen. Absatz 4 Satz 2 gilt entsprechend.

(6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nicht öffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses, ihre Stellvertreterinnen und Stellvertreter, die Prüfenden und die Beisitzenden unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.

(7) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.

## § 6

### Prüfende und Beisitzende

(1) Der Prüfungsausschuss bestellt die Prüfenden und die Beisitzenden. Er kann die Bestellung der oder dem Vorsitzenden übertragen. Sofern nicht zwingende Gründe eine Abweichung erfordern, können zu Prüfenden Professorinnen und Professoren, Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren, Privat- sowie Hochschuldozentinnen und Privat- sowie Hochschuldozenten, habilitierte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und habilitierte Assistentinnen und Assistenten bestellt werden. Promovierte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die in dem die Prüfung betreffenden Studienabschnitt eine selbstständige Lehrtätigkeit im entsprechenden Fach ausgeübt haben, können zu Prüfenden bestellt werden. Zur oder zum Prüfenden darf nur bestellt werden, wer eine entsprechende Diplom- oder Masterprüfung oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt hat. In der Regel sollten sie das zu prüfende Gebiet in dem der Prüfung vorangehenden Semester selbstständig gelehrt haben. Zur oder zum Beisitzenden darf nur bestellt werden, wer die entsprechende Diplom- oder Masterprüfung oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt hat.

(2) Die Prüfenden sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig.

(3) Die Kandidatin oder der Kandidat kann für die Masterarbeit und - wenn mehrere Prüfende zur Auswahl stehen - für die mündlichen Prüfungen Prüfende vorschlagen. Die Vorschläge der Kandidatin oder des Kandidaten sollen nach Möglichkeit Berücksichtigung finden.

(4) Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sorgt dafür, dass der Kandidatin oder dem Kandidaten die Namen der Prüfenden rechtzeitig, in der Regel vier, mindestens aber zwei Wochen vor dem Termin der jeweiligen Prüfung, bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang ist ausreichend.

(5) Für die Prüfenden und Beisitzenden gelten § 5 Absatz 6 Sätze 2 und 3 entsprechend.

## § 7

### Anrechnung von Studienzeiten, Studien- und Prüfungsleistungen, Einstufung in höhere Fachsemester

(1) Studienzeiten in demselben Studiengang an anderen wissenschaftlichen Hochschulen im Geltungsbereich des Hochschulrahmengesetzes und dabei erbrachte Studienleistungen werden von Amts wegen angerechnet.



(2) Studienzeiten in anderen Studiengängen oder an anderen als wissenschaftlichen Hochschulen im Geltungsbereich des Hochschulrahmengesetzes sowie dabei erbrachte Studienleistungen werden von Amts wegen angerechnet, soweit die Gleichwertigkeit festgestellt wird.

(3) Studienzeiten sowie Studien- und Prüfungsleistungen, die an Hochschulen außerhalb des Geltungsbereichs des Hochschulrahmengesetzes erbracht wurden, werden auf Antrag angerechnet, soweit die Gleichwertigkeit festgestellt wird. Auf das Studium können auf Antrag auch gleichwertige Studien- und Prüfungsleistungen angerechnet werden, die an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien erbracht wurden. Die Gleichwertigkeit wird vom Prüfungsausschuss festgestellt, wenn Studienzeiten und Prüfungsleistungen in Inhalt, Umfang, und in den Anforderungen denjenigen des entsprechenden Studiums an der aufnehmenden Hochschule im Wesentlichen entsprechen. Dabei wird kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorgenommen. Für die Gleichwertigkeit von Studienzeiten und Studienleistungen an ausländischen Hochschulen sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen maßgebend. Soweit Äquivalenzvereinbarungen nicht vorliegen, entscheidet der Prüfungsausschuss. Im Übrigen kann bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.

(4) Einzelne Prüfungsleistungen, die der Kandidat oder die Kandidatin an wissenschaftlichen Hochschulen im Geltungsbereich des Hochschulrahmengesetzes in demselben Studiengang erbracht hat, werden von Amts wegen angerechnet. Prüfungsleistungen in anderen Studiengängen oder an anderen wissenschaftlichen Hochschulen im Geltungsbereich des Hochschulrahmengesetzes werden von Amts wegen angerechnet, soweit die Gleichwertigkeit festgestellt wird.

(5) In staatlich anerkannten Fernstudien oder in vom Land Nordrhein-Westfalen in Zusammenhang mit den anderen Ländern und dem Bund entwickelten Fernstudieneinheiten erworbene Prüfungsleistungen werden, soweit sie gleichwertig sind, als Studien- oder Prüfungsleistungen von Amts wegen angerechnet. Bei der Feststellung der Gleichwertigkeit sind gemeinsame Beschlüsse der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz zu beachten.

(6) Einschlägige berufspraktische Tätigkeiten werden auf Antrag angerechnet, sofern die Gleichwertigkeit nachgewiesen wird.

(7) Zuständig für Anrechnungen nach den Absätzen 1 bis 6 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über die Gleichwertigkeit sind zuständige Fachvertreterinnen oder Fachvertreter zu hören.

(8) Werden Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk „bestanden“ aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.

(9) Bei Vorliegen der Voraussetzungen der Absätze 1 bis 8 besteht ein Rechtsanspruch auf Anrechnung.

## § 8

### Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß, Schutzvorschriften

(1) Eine Prüfungsleistung gilt als mit *ungenügend* (6,0) bewertet, wenn die Kandidatin oder der Kandidat zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheint oder wenn sie oder er innerhalb einer Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin oder nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. Die Kandidatin oder der Kandidat kann sich spätestens bis eine Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin ohne Angabe von Gründen von der Prüfung abmelden.



(2) Die für das Versäumnis oder den Rücktritt innerhalb der Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin oder nach Prüfungsbeginn geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich, spätestens aber fünf Werktage nach dem jeweiligen Prüfungstermin schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin oder des Kandidaten ist ein ärztliches Attest spätestens vom Tag der Prüfung vorzulegen, das die Angaben enthält, die der Prüfungsausschuss für die Feststellung der Prüfungsunfähigkeit benötigt. In begründeten Fällen kann ein Attest eines Amtsarztes verlangt werden. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, wird dies der Kandidatin oder dem Kandidaten schriftlich mitgeteilt.

(3) Versucht die Kandidatin oder der Kandidat, das Ergebnis ihrer oder seiner Prüfungsleistung durch Täuschung, z. B. Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel, zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit *ungenügend* (6,0) bewertet. Die Feststellung des Täuschungsversuchs oder der Täuschung wird von der oder dem jeweiligen Prüfenden oder Aufsichtführenden getroffen und aktenkundig gemacht. Eine Kandidatin oder ein Kandidat, die bzw. der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der oder dem jeweiligen Prüfenden oder Aufsichtführenden in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden; in diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit *ungenügend* (6,0) bewertet. Die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen. In schwerwiegenden Fällen der Täuschung oder Störung kann der Prüfungsausschuss die Kandidatin oder den Kandidaten von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen ausschließen.

(4) Die Kandidatin oder der Kandidat kann innerhalb von 14 Tagen verlangen, dass Entscheidungen nach Absatz 3 Satz 1 und 3 vom Prüfungsausschuss überprüft werden. Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind der Kandidatin oder dem Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Vor der Entscheidung ist der Kandidatin oder dem Kandidaten Gelegenheit zum rechtlichen Gehör zu geben.

(5) Auf Antrag einer Kandidatin sind die Mutterschutzfristen, wie sie im jeweils gültigen Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (MSchG) festgelegt sind, entsprechend zu berücksichtigen. Dem Antrag sind die erforderlichen Nachweise beizufügen. Die Mutterschutzfristen unterbrechen jede Frist nach dieser Prüfungsordnung; die Dauer des Mutterschutzes wird nicht in die Frist eingerechnet.

(6) Gleichfalls sind die Fristen der Elternzeit nach Maßgabe des jeweils gültigen Gesetzes über die Gewährung von Erziehungs- und Elternzeit (BERzGG) auf Antrag zu berücksichtigen. Die Kandidatin oder der Kandidat muss bis spätestens vier Wochen vor dem Zeitpunkt, von dem ab sie oder er die Elternzeit antreten will, dem Prüfungsausschuss unter Beifügung der erforderlichen Nachweise schriftlich mitteilen, für welchen Zeitraum oder für welche Zeiträume sie oder er eine Elternzeit in Anspruch nehmen will. Der Prüfungsausschuss hat zu prüfen, ob die gesetzlichen Voraussetzungen vorliegen, die bei einer Arbeitnehmerin oder einem Arbeitnehmer einen Anspruch auf Elternzeit nach dem BERzGG auslösen würden und teilt das Ergebnis sowie gegebenenfalls die neu festgesetzten Prüfungsfristen der Kandidatin oder dem Kandidaten unverzüglich mit. Die Bearbeitungsfrist der Masterarbeit gemäß § 15 kann nicht durch die Elternzeit unterbrochen werden. Die gestellte Arbeit gilt als nicht vergeben. Nach Ablauf der Elternzeit erhält die Kandidatin oder der Kandidat auf Antrag ein neues Thema.

## § 9

### Bewertung von Prüfungsleistungen und Bildung der Noten

(1) Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen werden von den jeweiligen Prüfenden festgesetzt. Für die Bewertung sind folgende Noten zu verwenden:

1 = sehr gut                      = eine ausgezeichnete 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 = mangelhaft	=	eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt;
6 = ungenügend	=	eine Leistung, die in keiner Hinsicht den Anforderungen entspricht.

Zur differenzierten Bewertung können Zwischenwerte durch Absenken oder Anheben der einzelnen Noten um 0,3 gebildet werden. Dabei sind die Zwischennoten 0,7; 4,3; 4,7; 5,3; 5,7 und 6,3 ausgeschlossen.

Wird eine Prüfung von mehreren Prüfern bewertet und weichen die Ergebnisse voneinander ab, so ergibt sich die Note der Prüfung aus dem arithmetischen Mittel der Noten aller Prüfer.

Im Übrigen gilt Abs. 2 entsprechend.

(2) Setzt sich eine Note als gewichteter Mittelwert der Noten einzelner Prüfungsleistungen zusammen, so lautet sie

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,
bei einem Durchschnitt über 4,0 bis 5,0	=	mangelhaft,
bei einem Durchschnitt über 5,0 bis 6,0	=	ungenügend.

Bei der Bildung der Noten wird jeweils nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.

(3) Eine Prüfung ist bestanden, wenn das Ergebnis mit der Note *ausreichend* (4,0) oder besser bewertet worden ist. Die Note errechnet sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten Mittel der Noten der einzelnen Teilprüfungsleistungen der zugeordneten Lehrveranstaltungen. Weiterhin gilt Abs. 1.

(4) Die Gesamtnote für ein Modul ergibt sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten Mittel der Noten der Prüfungsleistungen in dem jeweiligen Modul. Abs. 2, letzter Satz, gilt entsprechend. Alle Veranstaltungen eines Moduls müssen bestanden sein.

## II. Masterprüfung

### § 10 Zulassung

(1) Zu Prüfungen im Masterstudiengang *Physik* kann nur zugelassen werden, wer:

1. das Zeugnis der Hochschulreife (allgemeine oder einschlägige fachgebundene Hochschulreife) oder ein durch Rechtsvorschrift oder von der zuständigen staatlichen Stelle als gleichwertig anerkanntes Zeugnis oder die Voraussetzungen für in der beruflichen Bildung qualifizierte besitzt,

2. den Bachelor-Studiengang *Physik* an der Universität Paderborn oder einen vergleichbaren oder einschlägigen Studiengang erfolgreich absolviert hat.<sup>1</sup> Die erreichte Note sollte dabei nicht schlechter als „gut“ im Sinne des § 9 sein. Der Prüfungsausschuss legt für Absolventen einschlägiger Studiengänge im Benehmen mit der Kandidatin oder dem Kandidaten fest, welche angemessenen Studien absolviert und welche zusätzlichen Prüfungsleistungen als weitere Voraussetzungen für die Zulassung erbracht werden müssen,
3. für den Masterstudiengang *Physik* eingeschrieben oder gemäß § 71 Hochschulgesetz als Zweithörerin bzw. Zweithörer zugelassen ist.

(2) Während der Prüfungen muss die Kandidatin oder der Kandidat an der Universität Paderborn eingeschrieben sein.

(3) Der Antrag auf Zulassung zu Prüfungen ist schriftlich über das Zentrale Prüfungssekretariat an die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen (§ 4 Absatz 3 ist zu beachten). Dem Antrag sind beizufügen:

1. die Nachweise über das Vorliegen der in Absatz 1 genannten Zulassungsvoraussetzungen,
2. eine Erklärung darüber, ob die Kandidatin oder der Kandidat die Prüfungen im Masterstudiengang *Physik* oder einem anderen Studiengang nicht oder endgültig nicht bestanden hat oder ob sie oder er sich in anderen Prüfungsverfahren befindet.

(4) Ist es der Kandidatin oder dem Kandidaten nicht möglich, eine nach Absatz 3 Satz 1 erforderliche Unterlage in der vorgeschriebenen Weise beizufügen, kann der Prüfungsausschuss gestatten, den Nachweis auf andere Art zu führen.

(5) Zur Forschungsphase kann nur zugelassen werden, wer mindestens 45 Leistungspunkte erreicht hat.

## § 11

### Zulassungsverfahren

(1) Über die Zulassung entscheidet der Prüfungsausschuss oder gemäß § 5 Absatz 1 Satz 3 dessen Vorsitzende oder Vorsitzender. Der Antrag ist mit der Meldung zur ersten studienbegleitenden Prüfung zu stellen.

(2) Die Zulassung ist abzulehnen, wenn

- a) die in §10 genannten Voraussetzungen nicht erfüllt sind oder
- b) die Unterlagen unvollständig sind oder
- c) die Kandidatin oder der Kandidat eine Prüfung im Masterstudiengang *Physik*, die Diplomvorprüfung oder die Diplomprüfung in einem Studiengang Physik oder in einem verwandten oder vergleichbaren Studiengang (z.B. Ingenieur-Physik) an einer wissenschaftlichen Hochschule im Geltungsbereich des Hochschulrahmengesetzes endgültig nicht bestanden hat, wobei sich in den verwandten Studiengängen die Zulassungsablehnung auf den Fall beschränkt, dass eine Prüfung nicht bestanden wurde, die in dem Masterstudiengang *Physik* zwingend vorgeschrieben und als gleichwertig anzusehen ist, oder
- d) die Kandidatin oder der Kandidat sich an einer anderen Universität in einem Studiengang Physik oder in einem Studiengang gem. c) in einem Prüfungsverfahren befindet oder
- e) der Prüfungsanspruch verloren gegangen ist.

---

<sup>1</sup> Beispiele: Bachelor of Science in Physics an einer anderen deutschen oder ausländischen Hochschule, der erfolgreiche Abschluss eines Diplomstudiengangs Physik an einer deutschen Fachhochschule, Physik DI-Absolventen oder ein Lehramtsstudium in Physik



Die Zulassung ist auch abzulehnen, wenn die Kandidatin oder der Kandidat den Prüfungsanspruch durch Versäumen einer Wiederholungsfrist verloren hat.

(3) Hochschul- oder Studiengangwechslerinnen oder -wechsler, die in einem Studiengang gemäß Absatz 2 c) in einem Fach eine Prüfungsleistung nicht bestanden haben, die gemäß § 12 für den Studiengang Physik zu erbringen ist, können gemäß § 13 nur zu der entsprechenden Wiederholungsprüfung zugelassen werden.

## § 12 Prüfungen und Module

(1) In der Vertiefungsphase sind Module aus folgenden Bereichen zu absolvieren:

### *Experimentelle/Angewandte Physik (Physik F)*

Es sind Wahlpflichtmodule im Gesamtumfang von 10 Leistungspunkten aus dem folgenden Katalog zu wählen. Die Module werden im Umfang von 10 Leistungspunkten (4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung) oder 5 Leistungspunkten (2 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung) angeboten:

- Quantenoptik
- Regenerative Energien
- Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung
- Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Materialwissenschaften
- Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik

(dieser Katalog kann durch Beschluss der Fakultät in begrenztem Umfang geändert werden)

### *Theoretische Physik*

Es ist das **Pflichtmodul „Theoretische Physik“** im Umfang von 10 Leistungspunkten (4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übungen) zu absolvieren.

Es sind **Wahlpflichtmodule** im Gesamtumfang von 10 Leistungspunkten zu belegen. Diese sind aus dem folgenden Katalog zu wählen. Jedes dieser Module wird im Umfang von 5 Leistungspunkten (in der Regel 3 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung) angeboten:

- Statistische Mechanik
- Elemente der relativistischen Quantenmechanik und Quanten-Elektrodynamik
- Quantenchemie I, II
- Mathematische Methoden I, II
- Transporttheorie
- Theoretische Biophysik
- Gruppentheorie
- Quanteninformationstheorie

(dieser Katalog kann durch Beschluss der Fakultät in begrenztem Umfang geändert werden)

### *Schwerpunkt*

Es sind Wahlpflichtmodule im Gesamtumfang von 20 Leistungspunkten aus dem folgenden Katalog zu wählen. Die Module werden im Umfang von 10 Leistungspunkten (6 SWS Vorlesung/ Übung/ Praktikum) oder 5 Leistungspunkten (3 SWS Vorlesung/ Übung/ Praktikum) angeboten:

- Niedrigdimensionale Halbleitersysteme I, II
- Optoelektronische Halbleiterbauelemente
- Herstellung dünner Schichten und niedrigdimensionaler Systeme
- Integrierte Optik und Photonik I, II
- Photonische Kristalle



- Kolloidkristalle für die Photonik
- Flüssigkristalle
- Mikrosystemtechnik
- Computational Material Science
- Computational Material Science - Praktikum

(dieser Katalog kann durch Beschluss der Fakultät in begrenztem Umfang geändert werden)

### ***Aktuelle Forschungsfragen***

Es sind zwei Wahlpflichtmodule im Umfang von 2 Leistungspunkten zu belegen. Dazu sind zwei Hauptseminare, die sich mit aktuellen Forschungsfragen der Physik beschäftigen, zu wählen. Diese Veranstaltungen werden im Umfang von 2 Leistungspunkten (2 SWS Seminar) angeboten.

(2) Im Rahmen des Studium Generale sind Veranstaltungen im Umfang von mindestens 6 Leistungspunkten zu absolvieren. Bei der Wahl sind mindestens zwei der folgenden vier Teilgebiete abzudecken:

- a) Strukturierung, Präsentation und Kommunikation von fachlichem Wissen (einschließlich der Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien)
- b) Fremdsprachen
- c) Fachübergreifende Themen im Kontext von Naturwissenschaften
- d) Projekt- und Personalmanagement

Die Zuordnung der entsprechenden Veranstaltungen aus dem Angebot der Hochschule erfolgt durch den Prüfungsausschuss. Er gibt dies zu Beginn eines jeden Semesters in Form einer Liste empfohlener Veranstaltungen bekannt.

(3) In der Forschungsphase sind die entsprechenden Vorbereitungsmodule zu absolvieren, die Masterarbeit anzufertigen und in einem Kolloquium vorzustellen und zu verteidigen.

## **§ 13**

### **Prüfungen der Vertiefungsphase, Wiederholung und Kompensation**

(1) Die Prüfungsleistungen bestehen aus veranstaltungsbezogenen Prüfungen in einzelnen Lehrveranstaltungen und Lehrveranstaltungsblöcken in den Modulen, die in § 12 angeführt werden.

(2) Die Prüfungen sind in der Regel mündliche Prüfungen. Der Prüfungsausschuss kann auf Antrag der Prüfenden Ausnahmen zulassen. Die abweichende Prüfungsform ist spätestens zwei Monate vor der Prüfung öffentlich bekannt zu geben.

(3) Gegenstand der veranstaltungsbezogenen Prüfungen sind die Stoffgebiete der zugeordneten Lehrveranstaltungen und Lehrveranstaltungsblöcke.

(4) Für jede zu Prüfungen zugelassene Kandidatin bzw. für jeden zu Prüfungen zugelassenen Kandidaten wird ein Leistungspunktekonto geführt. Den Umfang und das Verfahren der Zuteilung von Leistungspunkten regeln die §§ 16, 17 und 19. Nach Abschluss der Korrekturen der schriftlichen Arbeiten eines Prüfungstermins wird Auskunft über die erbrachten Leistungen erteilt (in der Regel durch Aushang bei den Prüfenden). Im Rahmen der organisatorischen Möglichkeiten kann die Kandidatin bzw. der Kandidat jederzeit formlos in den Stand ihres bzw. seines Kontos Einblick nehmen.

(5) Zu jeder Lehrveranstaltung, in der Leistungspunkte erworben werden können, werden bis zum Ende des ersten der Veranstaltung folgenden Semesters zwei Prüfungstermine angesetzt und ein weiterer Termin, der nur für Wiederholungsprüfungen vorgesehen ist. Die Prüfungen des ersten und zweiten Prüfungstermins werden in der Regel vom gleichen Prüfer durchgeführt.



(6) Für Studierende, die in einem Studienabschnitt mit dem Ablegen ihrer Fachprüfungen mehr als ein Semester zurückbleiben, wird die Teilnahme an einem Beratungsgespräch dringend empfohlen. Näheres regelt die Studienordnung.

(7) Eine Prüfung zu einer Pflichtveranstaltung kann zweimal wiederholt werden. Die letzte Wiederholung einer Klausur muss auf Wunsch der Kandidatin oder des Kandidaten als mündliche Ergänzungsprüfung (erreichbare Noten: 4,0 oder 5,0) organisiert werden. Zur mündlichen Ergänzungsprüfung wird der Prüfling zugelassen, wenn er an der Prüfung und an der Wiederholungsprüfung teilgenommen und diese nicht bestanden hat. Mündliche Ergänzungsprüfungen dauern je Kandidat in der Regel mindestens 30 Minuten und höchstens 45 Minuten. Die gleichzeitige Prüfung von bis zu vier Kandidaten ist zulässig. Die Gesamtprüfungsdauer verlängert sich entsprechend.

(8) Eine Modulprüfung besteht aus einer Prüfung oder mehreren Teilprüfungen. Soweit sie aus mehreren Teilprüfungen besteht, ist sie endgültig nicht bestanden, wenn eine Teilprüfung endgültig nicht bestanden ist.

Soweit die Modulprüfung in einem Pflichtmodul aus einer Prüfung besteht, ist sie endgültig nicht bestanden, wenn die zweite Wiederholungsprüfung nicht bestanden worden ist. Im Übrigen gilt Abs. 7 Satz 2 und 3 entsprechend.

Soweit die Modulprüfung in einem Wahlpflichtmodul aus einer Prüfung besteht, ist sie endgültig nicht bestanden, wenn die erste Wiederholungsprüfung nicht bestanden worden ist.

(9) Die Kompensation von Wahlpflichtmodulen ist in § 17 geregelt..

(10) Für Teilprüfungen unterhalb der Veranstaltungsebene im Rahmen von Praktika gemäß § 4 Abs. 6d gilt die folgende Wiederholungs- und Kompensationsregelung: Werden einzelne Versuche nicht erfolgreich abgeschlossen, so können sie durch einen inhaltlich gleichwertigen Versuch aus dem Versuchskatalog kompensiert oder wiederholt werden. Die Gesamtzahl der Wiederholungs- und Kompensationsmöglichkeit ist auf die Anzahl der vorgegebenen Versuche innerhalb des jeweiligen Praktikums begrenzt.

(11) Bei Veranstaltungen des Studium Generale kommen hinsichtlich der Möglichkeit der Wiederholung, der Kompensation und der Nachbesserung sowie der hierfür geltenden Bedingungen die Regelungen der jeweiligen Prüfungsordnungen zur Anwendung. Die Gesamtzahl der Kompensations- und Wiederholungsmöglichkeiten ist auf die Anzahl der Prüfungen zu Wahlpflichtveranstaltungen in dem jeweiligen Modul begrenzt. Das Modul ist endgültig nicht bestanden, wenn eine nicht bestandene Prüfung vorliegt und keine Wiederholung oder Kompensation besteht.

(12) Eine bestandene Prüfung kann weder wiederholt noch abgewählt werden.

## § 14

### Forschungsphase

(1) Das zweite Studienjahr des Masterstudienganges dient dem Erwerb forschungsbezogener Kompetenz am Beispiel eines konkreten Forschungsprojektes. In dieser Forschungsphase soll der Prüfling zeigen, dass er in der Lage ist, eine Forschungsaufgabe aus der Theoretischen Physik, der Experimentalphysik oder der Angewandten Physik selbstständig zu bearbeiten und die Aufgabenstellung, die Mittel zur Lösung sowie die Lösung verständlich darzustellen und angemessen zu interpretieren. Die Forschungsphase ist wesentlicher Bestandteil der wissenschaftlichen Ausbildung. Sie hat einen Umfang, der 60 Leistungspunkten entspricht und gliedert sich inhaltlich in drei Module:

- Ein theoretisches Vorbereitungsmodul (15 LP): Hier werden die für das Projekt notwendigen Spezialkenntnisse durch selbständiges Literaturstudium und/oder Besuch spezieller Lehrveranstaltungen erworben.



- Ein praktisches Vorbereitungsmodul (15 LP): Dieses Modul dient dem Erwerb experimentell-praktischer bzw. theoretisch-mathematischer Fertigkeiten, die zur Bearbeitung des Forschungsprojektes benötigt werden.

- Anfertigung der Masterarbeit mit Kolloquium (zusammen 30 LP): Dieses Modul beinhaltet die Durchführung, die schriftliche Dokumentation und die öffentliche Vorstellung des bearbeiteten Projektes. Die Dokumentation („Masterarbeit“, „Thesis“) ist in deutscher oder englischer Sprache anzufertigen. Sie wird studienbegleitend erstellt und muss spätestens am Ende der Forschungsphase abgegeben werden.

(2) Das Thema für die Forschungsphase kann von Professorinnen und Professoren, Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren, Privat- sowie Hochschuldozentinnen und Privat- sowie Hochschuldozenten, habilitierten wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und habilitierten Assistentinnen und Assistenten ausgegeben und betreut werden, sofern diese an der Universität Paderborn im Fach Physik in Forschung und Lehre tätig sind. Die Forschungsphase kann auch außerhalb der Universität Paderborn durchgeführt werden, wenn das Thema von dem in Satz 1 genannten Personenkreis ausgegeben und betreut wird. Professorinnen und Professoren oder die nach § 95 Absatz 1 HG Prüfungsberechtigten mit Habilitation, die an der Universität Paderborn außerhalb der Physik in Forschung und Lehre tätig sind, können ebenfalls Themen für die Forschungsphase ausgeben und betreuen. In den beiden letzten Fällen bedarf es der Zustimmung des Prüfungsausschusses.

(3) Der Prüfling bemüht sich selbst um ein Thema für die Forschungsphase. Gelingt es ihm nicht, binnen eines Monats nach Bestehen der letzten Modulprüfung der Vertiefungsphase ein Thema zu finden, so muss er dies bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses anzeigen, die oder der für ein Thema sorgt.

(4) Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses gibt dem Prüfling das Thema für die Forschungsphase bekannt. Der Zeitpunkt der Bekanntgabe ist beim Prüfungsausschuss aktenkundig zu machen und gilt als Beginn der Forschungsphase.

(5) Die Forschungsphase dauert 12 Monate. Sie beginnt frühestens nach Erreichen von 45 Leistungspunkten und spätestens zwei Monate nach Bestehen der letzten Modulprüfung der Vertiefungsphase. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass die Bearbeitung im Rahmen des vorgesehenen Arbeitsaufwands (60 Leistungspunkte entsprechen einem Arbeitsaufwand von ca. 1800 Stunden) möglich ist. Im Einzelfall kann der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag des Prüflings die Dauer der Forschungsphase ausnahmsweise um bis zu sechs Wochen verlängern.

(6) Das Thema für die Forschungsphase kann nur einmal und nur innerhalb der ersten sechs Wochen nach der Bekanntgabe zurückgegeben werden.

(7) Bei der Abgabe der Masterarbeit hat der Prüfling schriftlich zu versichern, dass er seine Arbeit selbstständig verfasst und die benützten Quellen und Hilfsmittel zitiert bzw. angegeben hat. Der Umfang der Masterarbeit soll dem bearbeiteten Gegenstand angemessen sein, wobei möglichste Kürze anzustreben ist

(8) Die Masterarbeit darf nicht, auch nicht auszugsweise, für eine andere Prüfung in demselben Studiengang oder in einem anderen Studiengang angefertigt worden sein.

## § 15

### **Annahme, Bewertung und Wiederholung der Module in der Forschungsphase**

(1) Das erste Vorbereitungsmodul sollte 4 Monate, das zweite 8 Monate nach Beginn der Forschungsphase abgeschlossen werden.



(2) Die Bewertung der Vorbereitungsmodule erfolgt durch den Betreuer der Forschungsphase und einen Beisitzer. Die Prüfungsleistungen werden durch die Abgabe eines schriftlich ausgearbeiteten Referates, den mündlichen Vortrag und die Verteidigung dieses Referates erbracht. Die Bewertung geht in die Gesamtnote für die Forschungsphase mit einem Gewichtungsfaktor von 2 für jedes der beiden Module ein.

(3) Ein Vorbereitungsmodul ist bestanden, wenn es mit mindestens „ausreichend“ bewertet wird. Ist ein Vorbereitungsmodul nicht bestanden, so kann es maximal zweimal wiederholt werden. Wird ein Vorbereitungsmodul wiederholt, so kann die Dauer der Forschungsphase einmalig um 2 Monate verlängert werden.

(4) Die Gesamtzahl aller Wiederholungen von Modulen der Forschungsphase darf 3 nicht übersteigen.

(5) Die Masterarbeit ist fristgemäß bei dem oder der Vorsitzenden des Prüfungsausschuss in dreifacher Ausfertigung abzuliefern; der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Bei Zustellung der Arbeit durch die Post ist der Zeitpunkt der Einlieferung bei der Post (Poststempel) maßgebend. Wird die Masterarbeit nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie als mit "ungenügend" (6,0) bewertet.

(6) Die Masterarbeit ist von zwei Professorinnen und Professoren, Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren, Privat- sowie Hochschuldozentinnen und Privat- sowie Hochschuldozenten, habilitierten wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und habilitierten Assistentinnen und Assistenten zu begutachten und zu bewerten. Mindestens eine oder einer von ihnen soll das Fach Physik lehren. Eine Prüfende oder ein Prüfender soll die oder der Betreuende sein, die oder der zweite Prüfende wird vom Prüfungsausschuss bestimmt. Differieren die Bewertungen der Erst- und Zweitbegutachtung um den Wert 2,0 oder um einen größeren Wert, so ist von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses eine Drittbegutachtung herbeizuführen. Die Note der Masterarbeit ergibt sich dann aus dem arithmetischen Mittel der drei Bewertungen.

Die Gesamtnote für die Masterarbeit kann jedoch nur dann "ausreichend" oder besser sein, wenn mindestens zwei der Gutachten nicht schlechter als "ausreichend" sind. Sie geht in die Gesamtnote der Forschungsphase mit dem Gewichtungsfaktor 7 ein.

(7) Die Bewertung der Masterarbeit ist den Studierenden jeweils spätestens acht Wochen nach Abgabe mitzuteilen.

(8) Spätestens acht Wochen nach Abgabe der Arbeit findet ein hochschulöffentliches Kolloquium mit einer anschließenden wissenschaftlichen Aussprache über das Thema der schriftlichen Masterarbeit und deren Ergebnisse statt. Es dauert etwa 30 bis 45 Minuten. Kolloquium und Aussprache werden zusammen benotet und gehen in die Gesamtnote für die Forschungsphase mit dem Gewichtungsfaktor 1 ein. Die Bewertung erfolgt durch die in Abs. (6) genannten Gutachter der Masterarbeit.

(9) Die Bewertung des Kolloquiums wird unmittelbar im Anschluss an das Kolloquium mitgeteilt. Ist die Bewertung des Kolloquiums schlechter als „ausreichend“, so muss es wiederholt werden. Ist auch die Wiederholung nicht bestanden, ist das Kolloquium endgültig nicht bestanden, so dass dann auch die Masterarbeit als nicht bestanden gilt.

(10) Masterarbeit und das dazugehörige Kolloquium können nur einmal wiederholt werden. In diesem Fall verlängert sich die Dauer der Forschungsphase entsprechend, jedoch höchstens um 9 Monate. Abs. 4 ist zu beachten.

(11) Weicht die Aufgabenstellung der Wiederholungsarbeit deutlich von der des ersten Versuchs ab, so ist die gesamte Forschungsphase zu wiederholen. Die Entscheidung hierüber trifft der oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses. Bei der Wiederholung der Forschungsphase ist eine Rückgabe des Themas gemäß § 14 Absatz 6 jedoch nur zulässig, wenn von der Rückgabemöglichkeit beim ersten Versuch kein Gebrauch gemacht wurde.



## § 16

### Anerkennung und Beschränkung von Leistungspunkten

(1) Aus veranstaltungsbezogenen Prüfungen können Leistungspunkte in den Modulen nur erworben werden, wenn

1. die Lehrveranstaltung bzw. der Lehrveranstaltungsblock gemäß Studienordnung für den Masterstudiengang *Physik* Bestandteil eines Moduls ist, wobei der Prüfungsausschuss festlegen kann, dass weitere Veranstaltungen den Modulen zugeordnet werden,
2. die Lehrveranstaltung bzw. der Lehrveranstaltungsblock durch eine benotete Prüfungsleistung gemäß § 4 abgeschlossen wird und
3. keine Leistungspunkte aus der gleichen Lehrveranstaltung bzw. aus dem gleichen Lehrveranstaltungsblock oder aus einer dafür angerechneten Studien- oder Prüfungsleistung in diesem Studiengang oder in dem Studiengang, der Zugangsvoraussetzung für diesen Studiengang ist, angerechnet wurden. Der Prüfungsausschuss bestimmt im Zweifelsfall, welche Lehrveranstaltungen bzw. Lehrveranstaltungsblöcke als gleich anzusehen sind.

(2) Für jede Prüfungsleistung (im Sinne des § 12) werden – sofern die in Absatz 1 genannten Voraussetzungen erfüllt sind – in dem entsprechenden Modul, dem die Prüfung zugerechnet wird, Leistungspunkte gemäß der Tabelle des Anhangs angerechnet, wenn die Prüfung mit der Note "ausreichend" (4,0) oder besser bewertet wurde.

(3) Für jede Prüfungsleistung im Rahmen des Studium Generale werden – sofern die in Absatz 1 genannten Voraussetzungen erfüllt sind – Leistungspunkte angerechnet, wenn

1. für diese Prüfung eine Note vergeben wurde und nach Maßgabe der jeweiligen Hochschulprüfungsordnung keine Wiederholungsmöglichkeit und keine Kompensationsmöglichkeit durch Abwahl dieser Prüfung besteht oder
2. für diese Prüfung eine Note vergeben wurde und die Kandidatin oder der Kandidat auf noch ausstehende Wiederholungsmöglichkeiten (nach Maßgabe der jeweiligen Hochschulprüfungsordnung) verzichtet.

§ 4 Absatz 4 und § 13 Absatz 8 sind zu beachten. Die Kandidatin oder der Kandidat hat die Ergebnisse dieser Prüfungen dem Zentralen Prüfungssekretariat in geeigneter Weise nachzuweisen.

## § 17

### Umfang, Bewertung und Abwahl von Modulen

(1) Sobald die Gesamtsumme erforderlicher Leistungspunkte in einem Modul erreicht ist, können keine weiteren Prüfungsleistungen in diesem Modul erbracht werden und das Modul gilt als abgeschlossen. Werden in einem Modul mehr Leistungspunkte als die gemäß Anhang vorgegebenen Leistungspunkte-Summen erzielt, wird die letzte dieser zum Abschluss des Moduls erforderliche Prüfungsleistung nur mit derjenigen Punktzahl gewichtet, die zur Erreichung der jeweils zu erzielenden Leistungspunkte-Summe zu diesem Zeitpunkt noch fehlt. Stehen mehrere Prüfungsleistungen zur Auswahl, wird die beste dieser Prüfungsleistungen in die Gewichtung einbezogen.

(2) Nach Abschluss eines Moduls ist dessen Gesamtnote gemäß § 9 zu ermitteln. Eine einzelne Prüfungsleistung wird dabei mit der Zahl der ihr zugeordneten Leistungspunkte gewichtet.

(3) Innerhalb der Wahlpflichtmodulkataloge „Experimentelle/Angewandte Physik (Physik F)“, „Schwerpunktbildung“ und „Theoretische Physik“ ist jeweils eine einmalige Kompensation durch Abwahl eines Wahlpflichtmoduls möglich.

(4) Innerhalb des Bereichs „Aktuelle Forschungsfragen“ ist eine einmalige Kompensation durch Abwahl eines Hauptseminars möglich.



## § 18 Zusatzmodule

- (1) Die Kandidatin oder der Kandidat kann sich in weiteren als den vorgeschriebenen Modulen einer Prüfung unterziehen (Zusatzmodule). Zusatzmodul kann insbesondere jedes nicht gewählte Modul gem. § 12 sein.
- (2) Das Ergebnis der Prüfung in diesen Modulen wird auf Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten als Anlage in das Zeugnis aufgenommen, jedoch bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen.

## § 19 Abschluss der Masterprüfung

- (1) Die Masterprüfung ist bestanden, sobald die Kandidatin oder der Kandidat die im § 12 vorgegebenen Leistungspunkte durch veranstaltungsbezogene Prüfungen erreicht und die Forschungsphase absolviert, d. h. 120 Leistungspunkte erworben hat und alle Modulnoten der Module, in denen diese Leistungspunkte erworben wurden, mindestens *ausreichend* (4,0) lauten. Die Beschränkungen von § 17 sind zu beachten.
- (2) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn
  1. ein Modul endgültig nicht bestanden ist und es gemäß § 17 nicht kompensiert werden kann, bevor die gemäß Abs. 1 genannte Summe an Leistungspunkten erreicht ist,
  2. oder die Masterarbeit zum zweiten Mal mit einer Note schlechter als *ausreichend* (4,0) bewertet wird oder aus einem anderen Grund als endgültig nicht bestanden gilt.
- (3) Ist die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, erteilt die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin oder dem Kandidaten unter Verweis auf die entsprechenden Bestimmungen der Prüfungsordnung hierüber einen schriftlichen Bescheid. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (4) Studierende, welche aus diesem Studiengang ohne Studienabschluss ausscheiden, erhalten auf Antrag eine Bestätigung über die insgesamt erbrachten Prüfungsleistungen.

## § 20 Bewertung der Masterprüfung und Bildung der Noten

- (1) Für die Bewertung der einzelnen Prüfungsleistungen, die Bildung der Noten für die Module gemäß § 12 und die Bestimmung der Gesamtnote der Masterprüfung ist § 9 zu beachten.
- (2) Die Gesamtnote einer bestandenen Masterprüfung ergibt sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten Mittel aus den Modulnoten der Vertiefungsphase und der Note der Forschungsphase.
- (3) Anstelle der Gesamtnote *sehr gut* wird das Gesamturteil *mit Auszeichnung bestanden* erteilt, wenn die Masterarbeit mit 1,0 bewertet wird und das gewichtete Mittel der analog Absatz 2 ermittelten übrigen Prüfungsleistungen nicht schlechter als 1,3 ist.

## § 21 Masterzeugnis, Diploma Supplement

- (1) Über die bestandene Masterprüfung wird unverzüglich, möglichst innerhalb von vier Wochen nach dem Erbringen der letzten Prüfungsleistung, ein Zeugnis ausgestellt, das die Modulbezeichnungen, die Modulnoten sowie den Titel der Masterarbeit, die Note und den Namen des Betreuers der Forschungsphase und die Gesamtbewertung enthält. Auf Antrag der Kandidatin oder des Kandi-

daten werden in das Zeugnis entsprechende Angaben über etwaige Zusatzmodule und die bis zum Abschluss der Masterprüfung benötigte Fachstudiendauer aufgenommen.

Das Zeugnis trägt das Datum des Tages, an dem die letzte Prüfungsleistung erbracht worden ist. Ist die Masterarbeit die letzte Prüfungsleistung, so wird das Datum der Abgabe verwendet. Das Zeugnis wird von der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet. In einer Anlage zum Zeugnis werden sämtliche Lehrveranstaltungen mit deren Noten nach Modulen geordnet ausgewiesen („Transcript of Records“).

(2) Auf der Grundlage des Masterzeugnisses und der Masterurkunde gem. § 22 wird ein Diploma Supplement ausgestellt.

## § 22

### Masterurkunde

(1) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird der Kandidatin oder dem Kandidaten die Masterurkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Mastergrades gemäß § 2 beurkundet.

(2) Die Masterurkunde wird von der Dekanin bzw. dem Dekan der Fakultät und der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet und mit dem Siegel der Universität versehen.

## III. Schlussbestimmungen

### § 23

#### Ungültigkeit der Masterprüfung und Aberkennung des Mastergrades

(1) Hat die Kandidatin oder der Kandidat bei einer Prüfung getäuscht und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, 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 Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die Kandidatin oder der Kandidat die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen über die Rechtsfolgen.

(3) Vor einer Entscheidung ist der oder dem Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

(4) Das unrichtige Prüfungszeugnis ist einzuziehen und gegebenenfalls ein neues zu erteilen. Eine Entscheidung nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren nach Ausstellung des Prüfungszeugnisses ausgeschlossen.

(5) Ist die Prüfung insgesamt für nicht bestanden erklärt worden, ist der Mastergrad abzuerkennen und die entsprechende Urkunde einzuziehen.



## § 24

### **Aberkennung des Mastergrades**

Der Mastergrad wird aberkannt, wenn sich nachträglich herausstellt, dass er durch Täuschung erworben worden ist, oder wenn wesentliche Voraussetzungen für die Verleihung irrtümlich als gegeben angesehen worden sind. Über die Aberkennung entscheidet der Fakultätsrat der Fakultät für Naturwissenschaften der Universität Paderborn mit zwei Dritteln seiner Mitglieder.

## § 25

### **Einsicht in die Prüfungsakten**

(1) Nach Abschluss jeder Prüfung und des Prüfungsverfahrens wird der Kandidatin oder dem Kandidaten auf Antrag Einsicht in ihre oder seine schriftlichen Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten der Prüfenden und in die Prüfungsprotokolle gewährt.

(2) Der Antrag ist binnen eines Monats nach Bekanntgabe des Ergebnisses oder Aushändigung des Prüfungszeugnisses bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme. Er oder sie kann diese Aufgabe an die Prüfenden delegieren.

## § 26

### **Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen**

(1) Diese Prüfungsordnung tritt mit Wirkung vom 01. Oktober 2005 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung vom 29. September 2004 (AM.Uni.Pb Nr. 21/04) außer Kraft. Studierende, die vor dem WS 2005/06 ihr Studium aufgenommen haben, legen ihre Prüfungen nach der im SS 2005 geltenden Prüfungsordnung ab. Sie können jedoch beim Prüfungsausschuss einen Antrag auf Anwendung dieser Prüfungsordnung stellen. Dieser Antrag ist unwiderruflich.

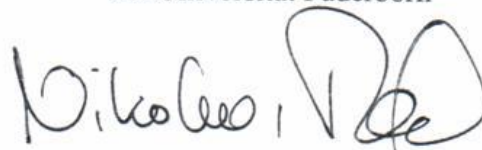
(2) Diese Prüfungsordnung wird in den Amtlichen Mitteilungen der Universität Paderborn (AM.Uni.Pb.) veröffentlicht.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrats der Fakultät für Naturwissenschaften vom 22. Februar 2006 und nach Prüfung der Rechtmäßigkeit durch das Rektorat vom 25. Mai 2005.

Paderborn, den 15. Mai 2006

Der Rektor

der Universität Paderborn



Universitätsprofessor Dr. Nikolaus Risch

**Anhang: Studentafel, Studienverlaufsplan und Modulbeschreibungen  
für den Masterstudiengang  
Physik  
der Universität Paderborn**

**Abkürzungen**

- WS Wintersemester
- SS Sommersemester
- SWS Stunden pro Semesterwoche
- V Vorlesungsstunden pro Semesterwoche
- Ü Übungsstunden pro Semesterwoche
- S Seminarstunden pro Semesterwoche
- P Praktikumsstunden pro Semesterwoche
- CP Leistungspunkte
- WPfl. Wahlpflicht
- St.Gen. Studium Generale (Hinweis: die SWS-Angaben stellen eine Obergrenze dar; entscheidend sind die für die Veranstaltungen vergebenen Leistungspunkte)

**Studentafel**

	SWS Ge- samt	SWS Pflicht	SWS WPfl.	SWS St. Gen.	CP Ge- samt	CP Pflicht	CP WPfl.	CP St. Gen.
<b>1.+ 2. Semester</b>	40	6	28	6	60	10	44	6
<b>3.+4. Semester:</b>								
Vorbereitung A	10	10			15	15		
Vorbereitung B	10	10			15	15		
Masterarbeit	20	20			25	25		
Kolloquium					5	5		
<b>Gesamt</b>	<b>80</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>120</b>	<b>70</b>	<b>44</b>	<b>6</b>



## Studienverlaufsplan

Semester	Modul	SWS	V CP	Ü CP	S CP	Pflicht CP	WPfl. CP	St.Gen. CP	Gesamt CP
1	Theoretische Physik	V4, Ü2	10 (V7,Ü3)			10			10
	Physik F	V2, Ü1	5 (V3,Ü2)				5		5
	Schwerpunktfach A	V4, Ü2	10 (V7,Ü3) oder 5+5				10		10
	Hauptseminar	2			2		2		2
	Studium Generale	3	3 (V+Ü+S)					3	3
	<b>Summe Semester</b>		<b>20</b>	<b>28</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>3</b>
2	Physik F	V2, Ü1	5 (V3,Ü2)				5		5
	Theorie-WP	V2, Ü1	5 (V3,Ü2)				5		5
	Schwerpunktfach B	V4, Ü2	10 (V7,Ü3) oder 5+5				10		10
	Hauptseminar	2			2		2		2
	Studium Generale	3	3 (V+Ü+S)					3	3
	<b>Summe Semester</b>		<b>20</b>	<b>28</b>		<b>2</b>		<b>27</b>	<b>3</b>
<b>Summe Studienabschnitt 1:</b>		<b>40</b>	<b>56</b>		<b>4</b>	<b>10</b>	<b>44</b>	<b>6</b>	<b>60</b>
3 (+4)	Einarbeitung Methodik	10			15	15			15
	Einarbeitung Theorie	10			15	15			15
(3+) 4	Masterarbeit	17		25		25			25
	Kolloquium	3		5		5			5
<b>Summe Studienabschnitt 2:</b>		<b>40</b>				<b>60</b>			<b>60</b>
<b>Summe Studiengang gesamt</b>		<b>80</b>				<b>70</b>	<b>44</b>	<b>6</b>	<b>120</b>



## Modulübersicht Master

<b>Wahlpflichtmodule Experimentelle/ Angewandte Physik (Physik F)</b>	<b>SWS</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Quantenoptik	V 4; Ü 2	2 x V 3; Ü 2
Regenerative Energien	V 4; Ü 2	V 7; Ü 3
Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung	V 4; Ü 2	V 7; Ü 3
Physikalisches Fortgeschrittenen Praktikum: Materialwissenschaften	V 4; Ü 2	5 + 5
Physikalisches Fortgeschrittenen Praktikum: Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik	V 4; Ü 2	5 + 5
<b>Pflichtmodul Theoretische Physik</b>	<b>SWS</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Theoretische Physik	V 4; Ü 2	10
<b>Wahlpflichtmodul Theoretische Physik</b>	<b>SWS</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Statistische Mechanik	V 2; Ü 1	5
Elemente der relativistischen Quantenmechanik und Quanten-Elektrodynamik	V 2; Ü 1	5
Quantenchemie I	V 2; Ü 1	5
Quantenchemie II	V 2; Ü 1	5
Mathematische Methoden I	V 2; Ü 1	5
Mathematische Methoden II	V 2; Ü 1	5
Transporttheorie	V 2; Ü 1	5
Theoretische Biophysik	V 2; Ü 1	5
Gruppentheorie	V 2; Ü 1	5
Quanteninformationstheorie	V 2; Ü 1	5



<b>Wahlpflichtmodule Schwerpunktbildung</b>	<b>SWS</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Niedrigdimensionale Halbleitersysteme I, II	3 + 3	5 + 5
Optoelektronische Halbleiterbauelemente	3	5
Herstellung dünner Schichten und niedrigdimensionaler Systeme	6	10
Integrierte Optik und Photonik I, II	3 + 3	5 + 5
Photonische Kristalle	6	10
Kolloidkristalle für Photonik	3	5
Flüssigkristalle (Kitzerow)	3	5
Mikrosystemtechnik (Hilleringmann)	3	5
Computational Material Science	6	10
Computational Material Science - Praktikum	3	5
<b>Wahlpflichtmodul Hauptseminar zu aktuellen Forschungsfragen</b>	<b>SWS</b>	<b>Leistungspunkte</b>
aktuelle Themen der modernen Physik	2	2
<b>Pflichtmodule der Forschungsphase</b>	<b>SWS</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Einarbeitung Methodik		15
Einarbeitung Theorie		15
Schriftliche Masterarbeit		25
Kolloquium		5
<b>Studium Generale</b>	<b>SWS</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Aus dem Lehrangebot der Universität Paderborn		6



## Modulbeschreibungen

<b>Modulname</b>	<b>Quantenoptik</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Sohler, Zrenner</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b> 2x5=10	<b>Leistungspunkte pro Veranstaltung</b> V 3; Ü 2 (jeweils 2x)	<b>Turnus</b>  jährlich	<b>Anzahl der SWS</b>  6	<b>Arbeitsaufwand:</b>  300 h
<b>Inhalt:</b>	<p><b>Vorlesung:</b> Die beiden Hauptgebiete der Quantenoptik, nämlich Laserphysik und Nichtlineare Optik, werden vorgestellt. Die wichtigsten Konzepte zu ihrem Verständnis werden vermittelt und relevante Anwendungen diskutiert.</p> <p><b>Teil I: Laserphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spontane und stimulierte Emission</li> <li>• Optische Resonatoren</li> <li>• Laserdynamik (gütegeschaltete u. modengekoppelte Laser)</li> <li>• Eigenschaften der Laserstrahlung (Linienbreite, zeitliche und räumliche Kohärenz, statistische Eigenschaften)</li> <li>• Laserverstärker (EDFA, Rauschen, Rauschzahl)</li> </ul> <p><b>Teil II: Nichtlineare Optik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulation optischer Strahlung (Elektrooptik, Akustooptik)</li> <li>• Optische Frequenzverdopplung u. Gleichrichtung</li> <li>• parametrische Fluoreszenz, Differenzfrequenzerzeugung und parametrische Verstärkung, optisch parametrische Oszillation</li> <li>• (Stimulierte) Raman- und Brillouin-Streuung</li> <li>• Vierwellenmischung</li> <li>• Räumliche und zeitliche Solitonen</li> </ul> <p><b>Übungen:</b> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p><b>Vorlesung:</b> Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Quantenoptik mit ihren Hauptgebieten Laserphysik und Nichtlineare Optik. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p><b>Übungen:</b> die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	Quantenmechanik, Festkörperphysik bzw. Bachelor-Abschluss				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul für den Bereich Physik F				



<b>Modulname</b>	Regenerative Energien				
<b>Koordinator</b>	Wehrspohn, Wortmann				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	10	V 7; Ü 3	jährlich	6	300 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich der regenerativen Energien in voller Breite vermittelt.</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen.</p> <p>Inhalt (Auszug):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotovoltaik</li> <li>- Solarthermie</li> <li>- Windenergie</li> <li>- Brennstoffzelle</li> <li>- Kernenergie</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p>Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebietes. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p>Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul für den Bereich Physik F				

<b>Modulname</b>	<b>Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Wortmann</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	10	V 7; Ü 3	jährlich	6	300 h
<b>Inhalt:</b>	<p><b>Vorlesung:</b> Mit Synchrotronstrahlung (SR) wird modernste Festkörper-Spektroskopie betrieben. Dabei ist SR wegen der Kollimierung und der Möglichkeit zur Fokussierung speziell geeignet zur Untersuchung von nano-skalierten Proben, so von Quantendots und dünnen Schichten, oder auch für Proben unter extremen Bedingungen wie hoher Druck und hohe Temperaturen.</p> <p>Im ersten Teil der Vorlesung wird auf die Eigenschaften der SR, ihrer effektiven Erzeugung in den Speicherringen der 3. Generation, der Strahloptik und insbesondere die Eigenschaften von Wiggler und Undulatoren dargestellt und auf die aktuellen Entwicklungen beim Freien-Elektronen-Laser eingegangen.</p> <p>Im zweiten Teil werden spektroskopische Anwendungen behandelt, von strukturellen Untersuchung mit klassischen Röntgenbeugungsverfahren, der Röntgenabsorption (EXFAS und XANES) bis hin zur elastischen, quasielastischen und inelastischen Röntgenstreuung (Phononenspektroskopie). Moderne Verfahren der Elektronenspektroskopie (XPS und UPS) und der Spektroskopie magnetischer Eigenschaften mit linear und zirkular polarisierter SR sowie über die dem Mössbauereffekt verwandte elastische und inelastische Kernstreuung von SR, mit denen in der Arbeitsgruppe Wortmann Magnetismus und Phononen-Zustandsdichten unter höchsten Drücken untersucht werden.</p> <p><b>Übungen:</b> Vertiefung des Vorlesungsstoffes durch Problemstellungen zu den Eigenschaften und Anwendungen der Synchrotronstrahlung; die Hälfte der Übungsleistung wird durch Vorträge über aktuelle Anwendungen der spektroskopischen Methoden erbracht.</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>Vertiefung des allgemeinen physikalischen Wissens (Erzeugung und Eigenschaften der Synchrotronstrahlung) und des festkörperphysikalischen Wissens durch die Behandlung der grundlegenden spektroskopischen Methoden.</p> <p>Vertiefung auf Spezialgebieten wie der Untersuchung der strukturellen, elektronischen und magnetischen Eigenschaften von nano-skalierten Materialien.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul für den Bereich Physik F				



<b>Modulname</b>	<b>Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Materialwissenschaften</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Greulich-Weber</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b> 2x5=10	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b> P5 (2x)	<b>Turnus</b>  jährlich	<b>Anzahl der SWS</b>  2x3=6	<b>Arbeitsauf- wand:</b>  300 h
<b>Inhalt:</b>	Wahlpflichtmodul mit zwei Praktikumsblöcken aus dem Bereich der Materialwissenschaften: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallzüchtung und Herstellung photonischer Materialien (5 LP) Epitaxie, Kolloidkristallzüchtung, Mikro- und Nanostrukturierung</li> <li>• Spektroskopische Methoden (5 LP) Rastersondenmikroskopie, Elektronenspinresonanz, Fouriertransform-IR-Spektroskopie, Photo- und Kathodolumineszenz</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	Hinführung zum selbstständigen Handeln und Experimentieren. Erkennen und Extrahieren wesentlicher Zusammenhänge aus eigenen experimentellen Erfahrungen. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse. Gewinn von Erfahrungen und Fertigkeiten aus eigener experimenteller Arbeit.				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktenwissen, Zusammenhangswissen und Anwendungswissen im Bereich Experimentieren und Problemlösen</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellen von Problemlösungen in einem begleitenden Seminar</li> <li>• Teamfähigkeit durch die Bearbeitung der Praktikumsversuche in Zweiergruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Praktikum und begleitendes Seminar				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Anfertigung eines Praktikumsprotokolls, Kolloquium				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul für den Bereich Physik F				

<b>Modulname</b>	<b>Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik</b>				
<b>Koordinator</b>	Suche				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b> 2x5=10	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b> P5 (2x)	<b>Turnus</b>  jährlich	<b>Anzahl der SWS</b>  2x3=6	<b>Arbeitsauf- wand:</b>  300 h
<b>Inhalt:</b>	Wahlpflichtmodul mit zwei Praktikumsblöcken aus den Bereichen Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugung, Modulation und Detektion optischer Strahlung (5 LP) Dioden-gepumpter Festkörperlaser, aktive Güteschaltung, Frequenzverdopplung, Er-dotierter faseroptischer Ringlaser, Modulation optischer Strahlung, Lawinendioden</li> <li>• Optische Meßtechnik und Sensorik (5 LP) Laser-Doppler Velocimetrie, höchstauflösende Spektralanalyse, faseroptisches Sagnac Interferometer, holographische Interferometrie,</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	Hinführung zum selbstständigen Handeln und Experimentieren. Erkennen und Extrahieren wesentlicher Zusammenhänge aus eigenen experimentellen Erfahrungen. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse. Gewinn von Erfahrungen und Fertigkeiten aus eigener experimenteller Arbeit.				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktenwissen, Zusammenhangswissen und Anwendungswissen im Bereich Experimentieren und Problemlösen</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellen von Problemlösungen in einem begleitenden Seminar</li> <li>• Teamfähigkeit durch die Bearbeitung der Praktikumsversuche in Zweiergruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Praktikum und begleitendes Seminar				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Anfertigung eines Praktikumsprotokolls, Kolloquium				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul für den Bereich Physik F				



<b>Modulname</b>	<b>Theoretische Physik</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Overhof, Neugebauer</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	<b>10</b>	<b>V 7, Ü 3</b>	<b>jährlich</b>	<b>6</b>	<b>300 h</b>
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Die Vorlesung entwickelt vor allem diejenigen Bereiche der Theoretischen Physik, die in dem integrierten Kurs Physik A-D noch nicht dargestellt werden konnten. Dabei werden vor allem die formalen Grundlagen der Theoretischen Physik vorgestellt.</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf konkrete Probleme der Theoretischen Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Randwertprobleme der Elektrostatik und Green'sche Funktionen</li> <li>• Potentiale der Elektrodynamik und Eichtransformationen</li> <li>• Retardierte und avancierte Potentiale</li> <li>• Multipole als Sende- und Empfangs-Antennen</li>   <li>• Systeme und Zustandsgleichungen der Thermodynamik</li> <li>• Die Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>• Phasenübergänge, kritische Punkte</li> <li>• Mischungen, Legierungen und Phasendiagramme</li>   <li>• Phasenräume und Verteilungsfunktionen, der Liouville'sche Satz</li> <li>• Mikrokanonische, kanonische und großkanonische Gesamtheiten</li> <li>• Ideale und reale Gase</li> <li>• Das H-Theorem</li> <li>• Quantenstatistik, Dichteoperatoren und thermodynamische Zustandsgrößen</li> <li>• Bose-Einstein, Fermi-Dirac, und Photonenstatistik</li> <li>• Ideale und reale Fermionengase</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Verständnis der wesentlichen Näherungen und der Limitierung der verwendeten Methoden</p> <p><u>In den Übungen</u> Anwendung der Konzepte und Methoden auf praktische Beispielsysteme</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen- und Verfügungswissen im Bereich der Theoretischen Physik, speziell der Konzepte und wichtigen Methoden</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, mündliche Prüfung				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Pflichtmodul				

<b>Modulname</b>	Statistische Mechanik				
<b>Koordinator</b>	Overhof, Neugebauer				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	V 2, Ü 1	jährlich	4	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> In der Vorlesung wird die statistische Mechanik der Vielteilchensysteme entwickelt und auf einfache Systeme wie ideale und reale Gase angewendet. Dabei werden sowohl die Mittelwerte der physikalischen Größen als auch die statistischen Streuungen für klassische und Quantensysteme behandelt und der Bezug zur Thermodynamik herausgearbeitet.</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf konkrete Probleme der Statistischen Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Physik klassischer Teilchensysteme</li> <li>• Phasenräume und Verteilungsfunktionen</li> <li>• Der Liouville'sche Satz</li> <li>• Kinetische Gleichungen: Boltzmann-, Focker-Planck- und Mastergleichungen</li> <li>• Mikrokanonische, kanonische und großkanonische Gesamtheiten</li> <li>• Ideale und reale Gase</li> <li>• Das H-Theorem</li> <li>• Quantenstatistik</li> <li>• Dichteoperatoren und thermodynamische Zustandsgrößen</li> <li>• Bose-Einstein, Fermi-Dirac, und Photonenstatistik</li> <li>• Ideale und reale Fermionengase</li> <li>• Transportgleichungen</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Statistischen Mechanik. Verständnis der wesentlichen Näherungen und der Limitierung der verwendeten Methoden</p> <p><u>In den Übungen</u> Anwendung der Konzepte und Methoden der Statistischen Mechanik, vor allem auf Probleme der idealen Gase aus klassischem und Quanten-Teilchen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Grundlagen- und Verfügungswissen im Bereich der Statistischen Mechanik, Verknüpfung mit thermodynamischen Größen</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				



<b>Modulname</b>	Elemente der relativistischen Quantenmechanik und Quantenelektrodynamik				
<b>Koordinator</b>	Elstner, Overhof, Wagner				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungspunkte pro Modul</b>	<b>Leistungspunkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	3 V, 2 Ü	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden Elemente der relativistischen Quantenmechanik und Quantenelektrodynamik vermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorentzgruppe und Poincarégruppe</li> <li>• Transformationsverhalten von Feldern</li> <li>• Relativistische Invarianz von Feldgleichungen</li> <li>• Relativistische Quantenmechanischer Gleichungen: Klein-Gordon und Dirac Gleichung</li> <li>• Feldquantisierung fuer die Klein-Gordon/Dirac Gleichungen und elektromagnetische Felder</li> <li>• Wechselwirkung von Strahlung mit Materie im Formalismus der Feldquantisierung</li> <li>• Ausgewählte Anwendungsbeispiele aus der Elementarteilchen-, Molekül- und Festkörperphysik</li> </ul> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf ausgewählte Problemstellungen</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>In der Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p>In den Übungen die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen im Bereich der relativistischen Quantenphysik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul Theoretische Physik				

<b>Modulname</b>	Quantenchemie				
<b>Koordinator</b>	Krüger				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	2 x 5	V 3, Ü 2	im WS Teil 1, im SS Teil 2	2 x 3	2 x 150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Quantenchemie. Im Rahmen der Vorlesung wird die Quantenmechanik auf chemische Fragestellungen angewendet. Die daraus resultierenden Methoden und Konzepte werden vermittelt.</p> <p><u>Übungen:</u> Computergestützte Anwendung des Vorlesungsstoffes anhand ausgewählter Programmpakete</p> <p><b>Teil 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der klassische Molekülbegriff</li> <li>• Born-Oppenheimer-Konstruktion</li> <li>• Die Hartree-Fock-Roothaan-Methode (Herleitung der Grundgleichungen, Basissätze, spinfreie Formulierung, Behandlung offener Schalen)</li> <li>• Verfahren jenseits von Hartree-Fock (Konfigurationswechselwirkung, MCSCF u. a.)</li> </ul> <p><b>Teil 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtefunktionale</li> <li>• Semiempirische Methoden</li> <li>• Spezielle Kapitel</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Methoden und Konzepte der Quantenchemie. Herausfinden optimaler, theoretischer Lösungswege für chemische Fragestellungen.</p> <p><u>In den Übungen:</u> Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, das Problem geeigneten Lösungsmethoden zuordnen, eine Lösung finden und das Ergebnis diskutieren.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Grundlagen- und Verfügungswissen im Bereich der Quantenchemie.</li> <li>• Diskussionskompetenz durch Darstellung und Verteidigung der eigenen Lösungsansätze in den Übungen.</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				



<b>Modulname</b>	<b>Spezielle Methoden der mathematischen Physik I</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Wagner</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	<b>5</b>	<b>V 3, Ü 2</b>	<b>jährlich</b>	<b>3</b>	<b>150 h</b>
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Behandelt werden Theorie und Anwendungen spezieller Funktionen der mathematischen Physik. In Teil I geht es insbesondere um die Gammafunktion und die Zylinderfunktionen.</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf konkrete Probleme aus verschiedenen Bereichen der Physik.</p> <p>Aus dem Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellungen der Gammafunktion</li> <li>• Funktionalgleichung der Gammafunktion und Produktdarstellung der Sinusfunktion</li> <li>• Stirlingsche Formel</li> <li>• Besselsche Differentialgleichungen</li> <li>• Besselfunktionen; Weberfunktionen; modifizierte Besselfunktionen</li> <li>• Fourier-Bessel-Reihen; Dini-Reihen</li> <li>• Kelvinfunktionen</li> <li>• Besselsche Integrale</li> <li>• Hankelfunktionen</li> <li>• Anwendungen in der Schwingungsphysik, Wärmeleitungstheorie, Elektrodynamik und Quantenmechanik</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Kenntnis und Verständnis von mathematischen Methoden, die von besonderer Bedeutung für physikalische Problemstellungen sind.</p> <p><u>In den Übungen</u> Anwendung der in der Vorlesung behandelten Konzepte und Methoden.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Verfügungswissen im Bereich mathematischer Methoden</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				

<b>Modulname</b>	<b>Spezielle Methoden der mathematischen Physik II</b>				
<b>Koordinator</b>	Wagner				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	V 3, Ü 2	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Behandelt werden Theorie und Anwendungen weiterer spezieller Funktionen der mathematischen Physik. Insbesondere werden die Kugelfunktionen und die Riemannsche Zetafunktion betrachtet.</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf konkrete Probleme aus verschiedenen Bereichen der Physik.</p> <p>Aus dem Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sphärische Lösungen der Laplacegleichung</li> <li>• Legendrepolynome; zugeordnete Legendrefunktionen</li> <li>• Kugelflächenfunktionen</li> <li>• Sphärische Lösungen der Helmholtzgleichung</li> <li>• Sphärische Besselfunktionen</li> <li>• Darstellungen der Riemannschen Zetafunktion</li> <li>• Definition und Funktionalgleichung der Thetafunktion</li> <li>• Funktionalgleichung der Riemannschen Zetafunktion</li> <li>• Bernoullische Zahlen</li> <li>• Riemannsche Vermutung</li> <li>• Anwendungen in der Elektrodynamik, Quantenmechanik, Festkörperphysik und statistischen Mechanik</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Kenntnis und Verständnis von mathematischen Methoden, die von besonderer Bedeutung für physikalische Problemstellungen sind.</p> <p><u>In den Übungen</u> Anwendung der in der Vorlesung behandelten Konzepte und Methoden.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Verfügungswissen im Bereich mathematischer Methoden</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				



<b>Modulname</b>	Transporttheorie				
<b>Koordinator</b>	Overhof				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	V 3, Ü 2	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> In der Vorlesung wird die abstrakte Transporttheorie als lineare Antworttheorie entwickelt. Sie wird dann angewendet auf die kinetische Theorie des idealen Gases ohne Stöße, auf die Boltzmann-Gleichung, und auf Elektronen in Metallen und Halbleitern</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf konkrete Probleme der Transporttheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Theorie der linearen Antwort</li> <li>• Das Fluktuations-Dissipations-Theorem</li> <li>• Abschirmung und Korrelationen</li> <li>• Verteilungsfunktionen</li> <li>• Die Boltzmann-Gleichung</li> <li>• H-Theorem und Transportgleichungen</li> <li>• Lösung der Boltzmann-Gleichung für Elektronen in Metallen und Halbleitern</li> <li>• Die Transportkoeffizienten</li> <li>• Transportphänomene</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Transporttheorie. Verständnis der wesentlichen Näherungen und der Limitierung der verwendeten Methoden</p> <p><u>In den Übungen:</u> Anwendung der Konzepte und Methoden der Transporttheorie, vor allem auf Probleme der idealen Gase und der Festkörperphysik.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Grundlagen- und Verfügungswissen im Bereich der Transporttheorie</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				

<b>Modulname</b>	<b>Theoretische Biophysik</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Elstner</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	<b>5</b>	<b>V 3, Ü 2</b>	<b>jährlich</b>	<b>3</b>	<b>150 h</b>
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Die atomistischen Modellierungsverfahren der Theoretischen Physik werden auf Problemstellungen aus der Biophysik angewendet</p> <p><u>Inhalt:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die theoretische Biophysik</li> <li>• Methoden der Bioinformatik: Proteinstrukturvorhersage, Mustererkennung auf der DNS (Neuronale Netze, Gittermodelle, Evolutionäre Algorithmen)</li> <li>• Atomistische Modelle 1: Empirische Potentiale</li> <li>• Atomistische Modelle 2: ab initio und DFT Methoden</li> <li>• Dynamische Methoden zur Strukturmodellierung</li> <li>• Freie Energie Rechnungen (TPT, Sampling etc.)</li> <li>• Reaktionsraten und Reaktionspfade: Lokale und globale TS Suche</li> <li>• QM/MM Methoden: Enzymatische Katalyse, Protonentransfer</li> <li>• 'Computer aided drug design'</li> <li>• Elektronentransferreaktionen: Theorie und Anwendungsbeispiele</li> <li>• Photochemie: Neue atomistische Zugänge, Beispiele aus der Photobiologie</li> </ul> <p><u>Übungen:</u> Die Übung bietet eine Einführung in die Benutzung moderner Methoden zur atomistischen Modellierung biologischer Prozesse (Empirische Kraftfeldmethoden, Ab-initio und DFT Methoden, Simulationstechniken, Strukturmodellierung und Visualisierung).</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Methoden und Konzepte der atomistischen Modellierung. Herausfinden optimaler, theoretischer Lösungswege für biophysikalische Fragestellungen.</p> <p><u>In den Übungen:</u> Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, das Problem geeigneten Lösungsmethoden zuordnen, eine Lösung finden und das Ergebnis diskutieren.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Grundlagen- und Verfügungswissen im Bereich der Biophysik.</li> <li>• Diskussionskompetenz durch Darstellung und Verteidigung der eigenen Lösungsansätze in den Übungen.</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				



<b>Modulname</b>	<b>Gruppentheorie</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Overhof</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	V 3, Ü 2	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> In der Vorlesung werden die Elemente der Gruppentheorie endlicher diskreter Symmetriegruppen vermittelt, unter spezieller Berücksichtigung der Punktgruppen und Raumgruppen der Festkörpertheorie. Die kontinuierlichen Gruppen, speziell die Drehgruppe, und ihre irreduziblen Darstellungen werden etwas knapper behandelt.</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf konkrete Symmetriegruppen der Festkörperphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetriegruppen, unitäre Matrizen und Charaktere</li> <li>• Abstrakte Gruppentheorie</li> <li>• Die Punktgruppen der Festkörpertheorie und ihre irreduziblen Darstellungen</li> <li>• Die irreduziblen Darstellungen der Translationsgruppe und der Raumgruppen</li> <li>• Die Drehgruppe</li> <li>• Bestimmung von Eigenfunktionen aus ihren Transformationseigenschaften</li> <li>• Doppelgruppen: Spin</li> <li>• Die Zeitumkehr</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Gruppentheorie. Verständnis der gruppentheoretischen Methoden und Kenntnis der Nomenklatur</p> <p><u>In den Übungen</u> Anwendung der Konzepte und Methoden der Gruppentheorie, vor allem auf Probleme der Festkörperphysik.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Grundlagen- und Verfügungswissen im Bereich der Gruppentheorie</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				

<b>Modulname</b>	Quanteninformationstheorie				
<b>Koordinator</b>	Krüger				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	V 3, Ü 3	jährlich im SS	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Quanteninformationstheorie. Im Rahmen der Vorlesung wird die Quantenmechanik in abstrakter, moderner Weise formuliert und dann auf aktuelle Fragestellungen der Informationstheorie angewendet. Die daraus resultierenden Methoden und Konzepte werden vermittelt.</p> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf einfache Aufgaben (teilweise computergestützt).</p> <p><u>Inhalte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanik in moderner Formulierung (Zustände, Effekte, Operationen und Darstellungstheoreme)</li> <li>• Separabilität und Nichtseparabilität statistischer Operatoren</li> <li>• Einstein-Podolsky-Rosen-Paradoxon</li> <li>• Quantenkryptographie</li> <li>• Quantencomputer</li> <li>• Quantenteleportation</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte und Methoden der Quanteninformationstheorie. Verstehen und Bewerten aktueller, wissenschaftlicher Ideen. Erbringen von Transferleistungen zwischen theoretischer Formulierung und praktischer Realisierung.</p> <p><u>In den Übungen:</u> Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, das Problem geeigneten Lösungsmethoden zuordnen, eine Lösung finden und das Ergebnis diskutieren.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breites Grundlagen- und Verfügungswissen im Bereich der Quanteninformationstheorie.</li> <li>• Diskussionskompetenz durch Darstellung und Verteidigung der eigenen Lösungsansätze in den Übungen.</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul im Bereich Theoretische Physik				



<b>Modulname</b>	<b>Niedrigdimensionale Halbleitersysteme</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Zrenner</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b> 2 x 5	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b> V 3; Ü 2	<b>Turnus</b> Jährlich, Teil I im WS, Teil II im SS	<b>Anzahl der SWS</b> 2 x 3	<b>Arbeitsaufwand:</b>  2 x 150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich niedrigdimensionaler Systeme in voller Breite vermittelt.</p> <p><b>Inhalt Teil I:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung niedrigdimensionaler Systeme</li> <li>• Elektronische Zustände in Potentialtöpfen und Quantenpunkten</li> <li>• Hochbewegliche Ladungsträgersysteme</li> <li>• Ballistischer Transport</li> <li>• Coulomb-Blockade</li> </ul> <p><b>Inhalt Teil II:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optische Intrabandübergänge</li> <li>• Optische Interbandübergänge</li> <li>• Exzitonen in Quantenpunkten</li> <li>• Kohärente optische Eigenschaften</li> </ul> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p><u>Übungen:</u> die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				

<b>Modulname</b>	<b>Optoelektronische Halbleiterbauelemente</b>				
<b>Koordinator</b>	As				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	3 V, 2 Ü	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><b>Vorlesung:</b> Die erste Teil der Vorlesung gibt einen Überblick über die Physik der Licht emittierenden Dioden und den statischen Eigenschaften von Halbleiterlasern beginnend bei den festkörperphysikalischen Grundlagen bis hin zum Design und Betrieb der wichtigsten Halbleiter-LED und Laserdioden. Der zweite Teil befasst sich mit den dynamischen Eigenschaften von Halbleiterlasern, deren Rauschverhalten sowie die Grundlagen verschiedener Halbleiterphotodetektoren.</p> <p><b>Gliederung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung optoelekt. Halbleiterbauelemente</li> <li>• Licht emittierende Dioden - LED</li> <li>• Laserdiode - statische Eigenschaften</li> <li>• Laserdiode - dynamische Eigenschaften</li> <li>• Optoelektronische Detektoren</li> </ul> <p><b>Übungen:</b> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>In der Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p>In den Übungen die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				



<b>Modulname</b>	<b>Herstellung dünner Schichten und niederdimensionaler Systeme</b>				
<b>Koordinator</b>	Schikora				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	10	7 V, 3 Ü	jährlich	6	300 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Die Vorlesung behandelt die mit der Herstellung und Anwendung dünner Schichten verbundenen physikalischen und materialwissenschaftlichen Fragestellungen. Es werden die für Industrie und Forschung wichtigsten Schichtherstellungsverfahren, insbesondere deren thermodynamische Grundlagen sowie wachstumskinetischen Vorgänge erklärt.</p> <p><u>Teil A</u> behandelt die Verfahrensgrundlagen der Schichtkondensation aus gasförmigen und flüssigen Phasen, insbesondere die Molekularstrahlepitaxie (MBE), die chemische Gasphasenabscheidung (CVD), die plasma-gestützten Schichtabscheidungsverfahren sowie die Flüssigphasenepitaxie.</p> <p><u>Teil B</u> beinhaltet die wichtigsten Probleme des Kristallwachstums, insbesondere die Keimbildung und das Wachstum einkristalliner Schichten, Grenzflächen in Heterostrukturen und Quantum-Wells, elastische Effekte und plastische Relaxation, Realstrukturerscheinungen als Folge des Wachstums, Interdiffusion in Heterostrukturen und Quantum Wells, sowie Methoden zur Charakterisierung dünner Schichten</p> <p><u>Übungen:</u> In den Übungen werden die Studenten in die Arbeit des Reinraum-Epitaxielabores integriert und nehmen an der Herstellung dünner Halbleiterschichten teil.</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>In der Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte und Methoden des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p>In den Übungen die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Laborübung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				

<b>Modulname</b>	<b>Integrierte Optik und Photonik I, II</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Sohler</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b> 2 x 5	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b> 3 V, 2 Ü	<b>Turnus jährlich, Teil I im WS, Teil II im SS</b>	<b>Anzahl der SWS</b> 6	<b>Arbeitsaufwand:</b>  2 x 150h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Integrierte Optik und Photonik in voller Breite vermittelt.</p> <p><u>Inhalt:</u></p> <p><b>Teil I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in optischen Wellenleitern</li> <li>• Materialien und Herstellungsverfahren</li> <li>• Charakterisierung optischer Wellenleiter</li> <li>• Theorie gekoppelter Moden</li> </ul> <p><b>Teil II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive Bauelemente</li> <li>• Modulatoren, Schalter und Filter</li> <li>• Optische Verstärker und Laser</li> <li>• Nichtlineare Bauelemente</li> <li>• Integriert optische Schaltkreise</li> </ul> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>In der Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p>In den Übungen die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				



<b>Modulname</b>	<b>Nanophotonische Materialien</b> • <b>Photonische Kristalle</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Wehrspohn</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	10	6 V, 4 Ü	jährlich	6	300 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Photonische Kristalle in voller Breite vermittelt.</p> <p><u>Inhalt:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Wellen in der Optik und Bandstruktur photonischer Kristalle</li> <li>• Ein-dimensionale photonische Kristalle</li> <li>• Dispersionsrelation zwei-dimensionaler photonischer Kristalle</li> <li>• Drei-dimensionale photonische Kristalle</li> <li>• Resonatorstrukturen</li> <li>• Charakterisierungsmethoden</li> <li>• Photonische Wellenleiter</li> <li>• Weitere Anwendungen (Mikrowellen, LASER, Sensoren, ...)</li> <li>• Metallische photonische Kristalle</li> <li>• Numerische Methoden und Gruppentheorie</li> </ul> <p><u>Übungen:</u> Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p><u>Übungen:</u> die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüssel-qualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				

<b>Modulname</b>	Nanophotonische Materialien • Kolloidkristalle für die Photonik				
<b>Koordinator</b>	Greulich-Weber, Huber				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	3 V, 2 S	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Kolloidkristalle für die Photonik in voller Breite vermittelt.</p> <p><u>Inhalt:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthese kolloidaler Partikel</li> <li>• Kolloidale Wechselwirkungen</li> <li>• Kristallisation kolloidaler Partikel</li> <li>• Photonische Eigenschaften von Kolloidkristallen</li> <li>• Modellierung photonischer Strukturen</li> </ul> <p><u>Übungen:</u> Vertiefung des Vorlesungsstoffes durch Seminarvorträge</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p><u>Übungen:</u> durch Seminarbeiträge und Diskussionen den Vorlesungsstoff vertiefen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Seminar				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Seminarvortrag und aktive Teilnahme an den Seminaren, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				



<b>Modulname</b>	Nanophotonische Materialien • Flüssigkristalle und organische Halbleiter				
<b>Koordinator</b>	Kitzerow				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	3 V, 2 S	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Flüssigkristalle in voller Breite vermittelt.</p> <p>Inhalt: Klassifizierung von Flüssigkristallen, Doppelbrechung, dielektrische Anisotropie und andere anisotrope Eigenschaften, elastisches Verhalten, Viskosität, Elektrooptik, nichtlineare Optik, halbleitende organische Materialien, Ladungsträgermobilität, Strom-Spannungs-Kennlinien, organische Leuchtdioden</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>In der Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p>In den Übungen durch Seminarbeiträge und Diskussionen den Vorlesungsstoff vertiefen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Seminar				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Seminarvortrag und aktive Teilnahme an den Seminaren, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				

<b>Modulname</b>	Nanophotonische Materialien • Mikrosystemtechnik				
<b>Koordinator</b>	Hilleringmann				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	5	3 V, 2 S	jährlich	3	150 h
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Mikrosystemtechnik in voller Breite vermittelt.</p> <p>Inhalt: technologische und theoretische Grundlagen der Mikrosystemtechnik, Ätzverfahren der Mikromechanik und integriert optischer Komponenten auf Silizium, Grundlagen mikroelektronischer Schaltungsintegration.</p> <p><u>Übungen:</u> Vertiefung des Vorlesungsstoffes durch Seminarvorträge</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>In der Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle.</p> <p>In den Übungen die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verfügungswissen und breites Orientierungswissen im Bereich der experimentellen und angewandten Physik</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in den Übungen</li> <li>• Teamfähigkeit aus der Selbstorganisation von Arbeitsgruppen</li> <li>• Medienkompetenz durch Nutzung von Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übungen				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				



<b>Modulname</b>	<b>Computational Material Science</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Frauenheim, Neugebauer,</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	<b>10</b>	<b>V 7, Ü 3</b>	<b>jährlich</b>	<b>6</b>	<b>300 h</b>
<b>Inhalt:</b>	<p><u>Vorlesung:</u> Zur Entwicklung neuer Materialien und deren funktionaler Gestaltung ist es notwendig, sehr komplexe Vorgänge auf der Skala molekularer Dimension zu verstehen. Das macht den Computer als Arbeitsmittel unverzichtbar. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Bandbreite heutiger Computeranwendungen und vermittelt gängige Konzepte und Strategien numerischer Problembehandlung der modernen Materialwissenschaft.</p> <p><u>Übungen:</u> Vermittlung des analytischen Verständnisses anhand ausgewählter Probleme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Modellierung chemischer Bindungen</li> <li>• Empirische Potentialansätze für molekulare und Festkörpersysteme</li> <li>• Strategien zur Geometrieoptimierung</li> <li>• Monte Carlo und Molekulardynamik mit klassischen Potentialansätzen</li> <li>• Hartree-Fock Näherung und Elektronenkorrelationen</li> <li>• Methoden der semiempirischen Quantenchemie</li> <li>• Dichtefunktionalmethoden und ihre Realisierungen</li> <li>• Quantenkräfte und ab-initio Molekulardynamik</li> <li>• Tight-binding Theorie auf Basis der Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Einführung in verschiedene Quantenmolekulardynamik-Pakete</li> <li>• Charakterisierung der Stabilität von Oberflächen und Defekten</li> <li>• Schwingungen von Molekülen, Clustern und periodischen Festkörpern</li> <li>• Molekül und Festkörperspektroskopie: IR, Raman, optische Eigenschaften</li> <li>• Ladungsdichten, STM Mikroskopie</li> <li>• Theorie der NMR Spektroskopie</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>In der Vorlesung:</u> Beherrschung der grundlegenden Methoden und Strategien zur quantenmechanischen Charakterisierung komplexer Materialien.</p> <p><u>In der Übung</u> Mathematische Modellierung und Umsetzung in einen Quellcode. Kontrolle numerischer Resultate mittels analytisch behandelbarer Grenzfälle.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenz zur rechnerorientierten Formulierung physikalischer Problemstellungen – modulares Denken</li> <li>• Kompetenz im Umgang mit modernen Programmiersprachen</li> <li>• Medienkompetenz durch Anwendung elektronischer Medien und quantenchemische Software</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Vorlesung, Übung				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				

<b>Modulname</b>	<b>Computational Material Science - Praktikum</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>Frauenheim, Neugebauer</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Veranstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>jährlich</b>	<b>3</b>	<b>150 h</b>
<b>Inhalt:</b>	<p>Die Nanowissenschaften kombinieren heute das Wissen aus Chemie, Physik, Biologie und Informationswissenschaften auf der Skala molekularer Dimension. Zur Entwicklung neuer Materialien und deren funktionaler Gestaltung ist es notwendig, sehr komplexe Vorgänge zu verstehen. Das macht den Computer als Arbeitsmittel unverzichtbar. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Bandbreite heutiger Computeranwendungen und vermittelt gängige Konzepte und Strategien numerischer Problembehandlung der modernen Materialwissenschaft</p> <p><u>Praktikum:</u> Selbsttätige praktische Umsetzung ausgewählter Schwerpunkte der Vorlesung <i>Computational Material Science</i> im Rahmen des Dichtefunktional Tight-Binding Formalismus (DFTB-Paket unserer Einrichtung)</p> <p>V1: Eigenschaften kleiner Moleküle  V2: Methoden zur Optimierung der Gesamtenergie – kleine Cluster  V3: Fragestellungen aus dem Bereich biologisch relevanter Moleküle  V4: Physik niederdimensionaler Systeme - Kohlenstoffröhren  V5: Eigenschaften des idealen Kristalls  V6: Eigenschaften des Kristalls im Zusammenhang mit seiner Oberfläche  V7: Eigenschaften des gestörten Kristalls (Defekte, Versetzungen)  V8: Eigenschaften des amorphen Festkörpers</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p><u>Im Praktikum:</u> Selbstständiges Bearbeiten von Aufgabenstellungen aus dem Feld der Nanowissenschaften mit Hilfe des DFTB Programmpaketes. Vertiefung des in der Vorlesung erworbenen Wissens zu grundlegenden Methoden und Strategien zur quantenmechanischen Charakterisierung komplexer Materialien.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenz im Umgang mit dem DFTB Programmsystem</li> <li>• Medienkompetenz durch Anwendung elektronischer Medien und Anwendersoftware wie z.B. Grafiksoftware</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Praktikum				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Wöchentliche Abarbeitung eines Versuchs nach vorgegebener Aufgabenstellung mit anschließender schriftlicher Ausfertigung				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	Erfolgreiche Teilnahme am Modul <i>Computational Material Science</i>				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul zur Schwerpunktbildung				



<b>Modulname</b>	<b>Hauptseminar</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	6	3	jährlich	4	180 h
<b>Inhalt:</b>	<p>Im Rahmen des Hauptseminars werden die Studierenden dazu angeleitet, aktuelle Themen aus den Bereichen der modernen Physik aufzugreifen, zu vertiefen und schließlich im Rahmen der Veranstaltung in eigenen Präsentationen vorzutragen.</p> <p>Diese Möglichkeit zur Darbietung eines eigenen Beitrags soll sowohl der fachbezogenen Ausbildung auf aktuellen Forschungsgebieten dienen, wie auch der Entwicklung von Fähigkeiten in puncto persönliche Präsentation.</p>				
<b>Lernziele:</b>	<p>In der Vorbereitungsphase: Aufbereitung und Vertiefung des Themas durch eigene Studien und Recherchen. Den Bezug zu angrenzenden Teilgebieten des Themas erkennen und formulieren. Den Vortrag nach didaktischen und fachlichen Gesichtspunkten ausarbeiten.</p> <p>In der Vortragsphase: Training der eigenen Präsentationsfähigkeit und Dialogfähigkeit bei der Beantwortung von Fragen.</p>				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfügungswissen und Orientierungswissen im Bereich der gewählten Themen</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in der Seminarveranstaltung</li> <li>• Team- und Lernfähigkeit durch konstruktive Diskussion und Kritik innerhalb der Gruppe</li> <li>• Medienkompetenz durch intensive Nutzung der Fachbuch-/Zeitschriftenliteratur und Anwendung elektronischer Medien und Anwendungsprogramme</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Seminar				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Ausarbeitung und Vortrag				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul				

<b>Modulname</b>	<b>Einarbeitungsmodul der Forschungsphase: Methodik</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>die Hochschullehrer der Physik</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	15		frei	10	450 h
<b>Inhalt:</b>	<p>Dieses Modul beinhaltet die Einarbeitung in die Technik und Methodik, die zur Bearbeitung der Thematik der Forschungsphase notwendig ist. Dazu gehören z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der messtechnischen Prinzipien</li> <li>• Bedienung der apparativen Ausstattung</li> <li>• Nutzung der für das Forschungsprojekt verwendeten speziellen Softwarekomponenten</li> <li>• Nutzung der technischen Infrastruktur</li> </ul>				
<b>Lernziele:</b>	Die Nutzung aller notwendigen technischen Einrichtungen und/oder Softwarekomponenten einer existierenden Forschungsgruppe für eigene selbstständige Forschungsaufgaben.				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparatives Verfügungswissen und Orientierungswissen im Bereich des gewählten Themas</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in der abschließenden Seminarveranstaltung</li> <li>• Teamfähigkeit durch konstruktive Diskussion und Kritik innerhalb der Forschungsgruppe</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Mitarbeit im Forschungsbereich				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schriftliche Ausarbeitung und Seminarvortrag				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	Zulassung zur Forschungsphase (min. 45 LP aus der Vertiefungsphase)				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul				



<b>Modulname</b>	<b>Einarbeitungsmodul der Forschungsphase: Theorie</b>				
<b>Koordinator</b>	<b>die Hochschullehrer der Physik</b>				
<b>Modus:</b>	<b>Leistungs- punkte pro Modul</b>	<b>Leistungs- punkte pro Ver- anstaltung</b>	<b>Turnus</b>	<b>Anzahl der SWS</b>	<b>Arbeitsaufwand:</b>
	<b>15</b>		<b>frei</b>	<b>10</b>	<b>450 h</b>
<b>Inhalt:</b>	In diesem Modul ist die vertiefte Einarbeitung in die für das Thema der Forschungsphase relevanten spezifischen physikalischen Grundlagen zusammengefasst. Hierbei spielen Literaturstudium, wissenschaftliche Diskussionen und Seminare und ggf. die Teilnahme an überregionalen Veranstaltungen (Tagungen, Summer School etc.) eine wesentliche Rolle.				
<b>Lernziele:</b>	Kenntnis und Verständnis der aufgabenspezifischen physikalischen Grundlagen, Erkennen des Bezugs zu den angrenzenden Gebieten und die Fähigkeit, diese Kenntnisse schriftlich und mündlich darzustellen und für eigene Forschung zu nutzen.				
<b>Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielles physikalisches Faktenwissen und Anwendungswissen im Bereich des gewählten Themas</li> <li>• Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in der abschließenden Seminarveranstaltung</li> <li>• Teamfähigkeit durch konstruktive Diskussion und Kritik innerhalb der Forschungsgruppe</li> </ul>				
<b>Unterrichtsform:</b>	Mitarbeit in Forschungsgruppe				
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schriftliche Ausarbeitung und Seminarvortrag				
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	Zulassung zur Forschungsphase (min. 45 LP aus der Vertiefungsphase)				
<b>Art des Moduls:</b>	Wahlpflichtmodul				

HRSG: REKTORAT DER UNIVERSITÄT PADERBORN  
WARBURGER STR. 100 · 33098 PADERBORN