



**UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN**

Universitätsbibliothek Paderborn

Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Physik der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn

Universität Paderborn

Paderborn, 2012

urn:nbn:de:hbz:466:1-16996

AMTLICHE MITTEILUNGEN

Verkündungsblatt der Universität Paderborn (AM. Uni. Pb.)
Nr. 27 / 12 vom 28. Juni 2012

Prüfungsordnung
für den Master-Studiengang
Physik
der Fakultät für Naturwissenschaften
an der Universität Paderborn

Vom 28. Juni 2012



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

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

Vom 28. Juni 2012

Aufgrund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz -HG) vom 31. Oktober 2006 (GV.NRW:2006.S. 474), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes zur Änderung des Hochschulgesetzes, des Kunsthochschulgesetzes und weiterer Vorschriften vom 31. Januar 2012 (GV.NRW.2012.S. 90), hat die Universität Paderborn folgende Prüfungsordnung erlassen:

Inhalt:

I. Allgemeines	4
§ 1 Zweck der Prüfungen, Gliederung und Ziel des Studiums	4
§ 2 Akademischer Grad	4
§ 3 Zugang, Regelstudienzeit, Studiumumfang	4
§ 4 Zeitlicher Zusammenhang der Prüfungen, Leistungspunktesystem, Meldung und Meldefristen, Prüfungsziele und Prüfungsleistungen	6
§ 5 Prüfungsausschuss	9
§ 6 Prüfende und Beisitzende	10
§ 7 Anrechnung von Studienzeiten, Studien- und Prüfungsleistungen, Einstufung in höhere Fachsemester	10
§ 8 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß, Schutzvorschriften	11
§ 9 Bewertung von Prüfungsleistungen und Bildung der Noten	11
II. Masterprüfung	13
§ 10 Zulassung	13
§ 11 Prüfungen und Module	13
§ 12 Prüfungen der Vertiefungsphase, Wiederholung und Kompensation	15
§ 13 Forschungsphase	16
§ 14 Annahme, Bewertung und Wiederholung der Module in der Forschungsphase	17
§ 15 Anerkennung und Beschränkung von Leistungspunkten	19
§ 16 Umfang, Bewertung und Abwahl von Modulen	19
§ 17 Zusatzmodule	19
§ 18 Abschluss des Studiums und endgültiges Nichtbestehen	20
§ 19 Bewertung der Masterprüfung und Bildung der Noten	20
§ 20 Masterzeugnis, Transcript of Records, Diploma Supplement	20
§ 21 Urkunde	20
III. Schlussbestimmungen	21
§ 22 Ungültigkeit der Masterprüfung und Aberkennung des Mastergrades	21
§ 23 Aberkennung des Mastergrades	22
§ 24 Einsicht in die Prüfungsakten	22
§ 25 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen	22
Anhang: Studentafel, Studienverlaufsplan und Modulbeschreibungen	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 § 58 Absatz 1 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.
- (4) Die Fähigkeit, in fachlichen Angelegenheiten mündlich und schriftlich in englischer Sprache zu kommunizieren, ist für die Durchführung von Forschungstätigkeiten oft unabdingbar und wird häufig auch in der Berufspraxis erwartet.
- (5) Mündliche und schriftliche Leistungen in Übungen, Seminaren, Praktika, weiteren Veranstaltungen und der Masterarbeit können wahlweise in deutscher oder in englischer Sprache erbracht werden. Vorlesungen werden in deutscher und in englischer Sprache angeboten. Wird das Masterstudium Physik vollständig nur in deutscher oder englischer Sprache studiert, sind Einschränkungen der Wahlmöglichkeiten in den Wahlpflichtveranstaltungen möglich.

§ 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

Zugang, Regelstudienzeit, Studienumfang

- (1) In den Masterstudiengang Physik kann eingeschrieben 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.¹ Die erreichte Note sollte dabei nicht schlechter als „gut“ im Sinne des § 9 sein. Der Prüfungsausschuss legt für Absol-

¹ 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

venten 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.

(2) Zum Masterstudium Physik wird zugelassen, wer ausreichende Deutschkenntnisse als Studienbewerberin oder Studienbewerber gemäß § 49 Absatz 12 HG entsprechend der Ordnung für die deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang an der Universität Paderborn in der jeweils geltenden Fassung besitzt.

(3) Alternativ wird auch zugelassen, wer zwar nicht die dort geforderten Deutschkenntnisse besitzt, dafür aber über fundierte englische Sprachkenntnisse verfügt, die nachgewiesen werden durch Zeugnisse oder Dokumente über

1. einen Bachelorabschluss im englischsprachigen Ausland (im Rahmen dieser Ordnung sind dies Australien, Großbritannien, Irland, Kanada, Neuseeland und die Vereinigten Staaten von Amerika) oder in einem als englischsprachig akkreditierten, inländischen Studiengang oder
2. einen Sprachtest mindestens auf dem Niveau TOEFL 550 (paper and pencil) oder TOEFL 79 (internet-based) oder
3. gleichwertige Kenntnisse (z. B. IELTS level 6.0 oder Cambridge First Certificate Note A).

Studierenden, die aufgrund nachgewiesener englischer Sprachkenntnisse zugelassen wurden, wird empfohlen, während ihres Masterstudiums Deutschkenntnisse zu erwerben. Diese können in Deutschkursen erworben werden, die im Rahmen des Moduls Studium Generale mit bis zu 6 Leistungspunkten angerechnet werden.

(4) Die Einschreibung ist abzulehnen, wenn

1. die in Absatz 1 bis 3 genannten Voraussetzungen nicht vorliegen,
2. die Kandidatin oder der Kandidat eine Prüfung im Masterstudiengang Physik oder in einem verwandten oder vergleichbaren Studiengang an einer wissenschaftlichen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes endgültig nicht bestanden hat, wobei sich in den verwandten oder vergleichbaren Studiengängen die Versagung der Einschreibung auf den Fall beschränkt, dass eine Prüfung nicht bestanden worden ist, die in dem Masterstudiengang Physik zwingend vorgeschrieben ist und als gleichwertig anzusehen ist. Hinsichtlich weiterer Versagungsgründe gilt die Einschreibordnung der Universität Paderborn in der jeweils geltenden Fassung.

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

(6) 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.

(7) 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 9. 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.

(8) Jede Lehrveranstaltung sowie die dazugehörige Prüfung wird einem Modul zugeordnet. Die im Anhang enthaltene Zusammenstellung der Modulbeschreibungen gibt insbesondere Aufschluss über Umfang, Inhalt und Ziele der einzelnen Module und Lehrveranstaltungen und die Zuordnung einzelner Lehrveranstaltungen zu Modulen. Sie informiert weiterhin über die vorgesehenen Lehr- und Lernformen in den einzelnen Lehrveranstaltungen und Modulen und gibt Auskunft über die notwendigen Vorkenntnisse.

(9) Die Studieninhalte sind 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 § 11. Die Masterprüfung mit der ihr zugehörigen schriftlichen Masterarbeit soll grundsätzlich innerhalb der in § 3 Absatz 4 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.

(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. Melde- und Rücktrittsfristen für Seminare und Praktika werden von dem jeweiligen Lehrenden bekannt gegeben. Die Regelungen der Wiederholungsprüfungen sind zu beachten (§ 12 Absatz 5).

(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 Wiederholungsprüfung erfolgt die Bewertung durch zwei Prüfer.

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 bekannt zu geben. 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.

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 Prüfungen gemäß § 12 Absatz 7, werden vor mindestens zwei Prüfenden (Kollegialprüfung) oder vor 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 die oder der Prüfende die anderen an einer Kollegialprüfung mitwirkenden Prüferinnen oder Prüfer oder die Beisitzerin oder den Beisitzer in Abwesenheit der Kandidatin bzw. des Kandidaten. Im Fall der letzten Wiederholungsprüfung erfolgt die Bewertung durch zwei Prüfer.

Die Dauer einer mündlichen Prüfung je Kandidatin oder Kandidat (auch einer Prüfung nach § 12 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 zu 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 Versuches 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 veranstaltungsbezogene 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. Werden zu einer Lehrveranstaltung Übungen angeboten, so ist die regelmäßige Teilnahme an diesen Übungen in der Regel Voraussetzung für die Zulassung zur veranstaltungsbezogenen Prüfung. Die genauen Bedingungen werden jeweils zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. 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 veranstaltungsbezogene 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 Modulbeschreibungen, bei Änderungen zu Beginn eines Semesters durch Aushang 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. 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 Departmentsvorstand 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 legt die Verteilung der Noten offen. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung von Angelegenheiten, die keine grundsätzliche Bedeutung haben, 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 Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer,
4. einem Mitglied aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,
5. einem studentischen Mitglied.

Die Mitglieder nach 1. und 2. müssen der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer 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. bis 5. werden stellvertretende Mitglieder gewählt.

Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer und aus der Gruppe der akademischen 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 Hochschullehrerinnen oder Hochschullehrern 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 Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer, Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren, Privat- sowie Hochschuldozentinnen und Privat- sowie Hochschuldozenten, habilitierte akademische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und habilitierte Assistentinnen und Assistenten bestellt werden. Promovierte akademische 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 Satz 2 und 3 entsprechend.

§ 7

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

- (1) Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die in dem gleichen Studiengang an anderen Hochschulen im Geltungsbereich des Grundgesetzes erbracht wurden, werden von Amts wegen ohne Gleichwertigkeitsprüfung angerechnet.
- (2) Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschulen sowie an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien im Geltungsbereich des Grundgesetzes erbracht wurden, sind bei Gleichwertigkeit anzurechnen. Studienzeiten sowie Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die an Hochschulen außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes erbracht wurden, werden auf Antrag angerechnet, sofern ihre Gleichwertigkeit festgestellt wird. Gleichwertigkeit im Sinne der Sätze 1 und 2 ist festzustellen, wenn Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in Inhalt, Umfang und Anforderungen denjenigen dieses Studienganges im Wesentlichen entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorzunehmen. Für die Gleichwertigkeit von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen an ausländischen Hochschulen sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaften zu beach-

ten. Im Übrigen kann bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.

(3) Für die Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in staatlich anerkannten Fernstudien oder in vom Land Nordrhein-Westfalen in Zusammenarbeit mit anderen Ländern und dem Bund entwickelten Fernstudieneinheiten gilt Absatz 2 entsprechend.

(4) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die aufgrund einer Einstufungsprüfung gemäß § 49 Absatz 12 HG berechtigt sind, das Studium aufzunehmen, werden die in der Einstufungsprüfung nachgewiesenen Kenntnisse und Fähigkeiten auf Prüfungsleistungen angerechnet. Die Feststellungen im Zeugnis über die Einstufungsprüfung sind für den Prüfungsausschuss bindend.

(5) Zuständig für die Anrechnungen nach den Absätzen 1 bis 4 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über die Gleichwertigkeit sind zuständige Fachvertreterinnen oder Fachvertreter zu hören.

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

(7) Eine Prüfungsleistung kann nur einmal angerechnet werden. Die Studierenden haben die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen vorzulegen (insbesondere über Veranstaltungsinhalte und Prüfungsbedingungen sowie über die Zahl der Prüfungsversuche und die Prüfungsergebnisse).

(8) Auf Antrag können sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf Grundlage vorgelegter Unterlagen angerechnet werden.

§ 8

Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß, Schutzvorschriften

(1) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „mangelhaft“ (5,0) bewertet, wenn die Kandidatin oder der Kandidat zu diesem Termin ohne triftige Gründe nicht erscheint oder wenn sie oder er innerhalb von 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.

(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 Prüfungstermin schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin oder des Kandidaten ist ein ärztliches Attest vorzulegen, das eine Einschätzung zur Frage der Prüfungsunfähigkeit enthält oder das die Angaben enthält, die der Prüfungsausschuss für die Feststellung der Prüfungsunfähigkeit benötigt, und spätestens vom Tag der Prüfung datiert. Eine Bestätigung durch den Amtsarzt kann vom Prüfungsausschuss gefordert werden. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, dann teilt er dies der Kandidatin oder dem Kandidaten schriftlich mit. Im Falle der Anerkennung sind die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse anzurechnen.

(3) Täuscht eine Kandidatin oder ein Kandidat oder versucht sie oder er zu täuschen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „mangelhaft“ (5,0) bzw. als mit „nicht bestanden“ bewertet. Führt eine Kandidatin oder ein Kandidat ein nicht zugelassenes Hilfsmittel mit sich, kann die betreffende Prüfungsleistung als mit „mangelhaft“ (5,0) bzw. als mit „nicht bestanden“ bewertet werden. Die Vorfälle werden von den jeweils Aufsichtsführenden aktenkundig gemacht. Die Feststellung gemäß Satz 1 bzw. die Entscheidung gemäß Satz 2 wird von dem jeweiligen Prüfenden getroffen.

(4) Eine Kandidatin oder ein Kandidat, die oder der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von den jeweiligen Prüfenden oder Aufsichtsführenden in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der jeweiligen Prüfungsleistung ausgeschlossen werden; in diesem Fall gilt die betref-

fende Prüfungsleistung als mit „mangelhaft“ (5,0) bzw. als mit „nicht bestanden“ bewertet. Die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen.

(5) Die Kandidatin oder der Kandidat kann innerhalb von 14 Tagen verlangen, dass Entscheidungen gemäß Absatz 3 oder Absatz 4 vom Prüfungsausschuss überprüft werden. Belastende Entscheidungen sind mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

(6) In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss die Kandidatin oder den Kandidaten von weiteren Prüfungsleistungen ausschließen. Täuschungshandlungen können gemäß § 63 Absatz 5 HG außerdem mit einer Geldbuße von bis zu 50.000 € geahndet werden und zur Exmatrikulation führen.

(7) 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.

(8) Gleichfalls sind die Fristen der Elternzeit nach Maßgabe des jeweils gültigen Gesetzes über die Gewährung von Elterngeld und Elternzeit (BEEG) 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 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 BEEG auslösen würden; er teilt das Ergebnis sowie gegebenenfalls die neu festgesetzten Prüfungsfristen der Kandidatin oder dem Kandidaten unverzüglich mit. Die Bearbeitungsfrist einer wissenschaftlichen Hausarbeit kann nicht durch die Elternzeit unterbrochen werden. Die gestellte Arbeit gilt als nicht vergeben. Nach Ablauf der Elternzeit erhält die Kandidatin oder der Kandidat ein neues Thema.

(9) Außerdem regelt der Prüfungsausschuss den Nachteilsausgleich für behinderte Studierende und er berücksichtigt Ausfallzeiten durch die Pflege des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin oder des eingetragenen Lebenspartners oder eines in gerader Linie Verwandten oder ersten Grades Verschwägerten.

§ 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.

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 und 5,3 ausgeschlossen.

Wird eine Prüfung von mehreren Prüfenden bewertet und weichen die Ergebnisse voneinander ab, so ergibt sich die Note der Prüfung aus dem arithmetischen Mittel der Noten aller Prüfenden. Im Übrigen gilt Absatz 2 entsprechend.

(2) Besteht eine Modulnote aus mehreren Teilleistungen, die einzeln benotet wurden, so ist aus den Teilnoten das mit dem den jeweiligen Teilleistungen zugeordneten Workload (bzw. SWS) gewichtete arithmetische Mittel zu bilden. Bei der Berechnung wird nur die erste Nachkommastelle berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.

Die Durchschnittswerte sind entsprechend zuzuordnen. Die Note lautet:

bei einem Durchschnitt bis 1,5	=	sehr gut,
bei einem Durchschnitt von 1,6 bis 2,5	=	gut,
bei einem Durchschnitt von 2,6 bis 3,5	=	befriedigend,
bei einem Durchschnitt von 3,6 bis 4,0	=	ausreichend,
bei einem Durchschnitt über 4,0	=	mangelhaft.

(3) Eine Prüfung ist bestanden, wenn das Ergebnis mit der Note „ausreichend“ (4,0) oder besser bewertet worden ist.

(4) Ein Modul ist bestanden, wenn alle veranstaltungsbezogenen Prüfungen mindestens mit „ausreichend“ bewertet worden sind.

II. Masterprüfung

§ 10 Zulassung

(1) Zu Prüfungen im Masterstudiengang Physik kann nur zugelassen werden, wer an der Universität Paderborn eingeschrieben oder gemäß § 52 HG als Zweithörerin bzw. Zweithörer zugelassen ist. Auch während der Prüfungen müssen diese Erfordernisse gegeben sein.

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

(3) Die Meldung zur Masterarbeit ist schriftlich über das Zentrale Prüfungssekretariat an die oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Der Meldung sind beizufügen:

1. Der Nachweis über das Vorliegen der in Absatz 1 genannten Zulassungsvoraussetzungen,
2. eine Erklärung darüber, ob die Kandidatin bzw. der Kandidat sich in einem schwebenden Prüfungsverfahren befindet,
3. eine Erklärung darüber, ob endgültig nicht bestandene Prüfungen vorliegen.

(4) Die Zulassung ist abzulehnen, wenn

1. die in Absatz 1 bis 3 genannten Voraussetzungen nicht erfüllt sind,
2. die Unterlagen unvollständig sind,
3. die Kandidatin oder der Kandidat eine Prüfung im Masterstudiengang Physik oder in einem verwandten oder vergleichbaren Studiengang (z. B. Ingenieur-Physik) an einer wissenschaftlichen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes endgültig nicht bestanden hat, wobei sich in den verwandten oder vergleichbaren Studiengängen die Zulassungsablehnung auf den Fall beschränkt, dass eine Prüfung nicht bestanden worden ist, die in dem Masterstudiengang Physik zwingend vorgeschrieben ist und als gleichwertig anzusehen ist, oder
4. die Kandidatin oder der Kandidat sich bereits an einer anderen Hochschule in einer vergleichbaren Prüfung in demselben, einem verwandten oder vergleichbaren Studiengang befindet.

(5) Hochschul- oder Studiengangswechselrinnen oder -wechsler, die in einem Studiengang gemäß Absatz 4 Nr. 3 in einem Fach eine Prüfungsleistung nicht bestanden haben, die gemäß § 11 für den Masterstudiengang Physik zu erbringen ist, können gemäß § 12 nur zu der entsprechenden Wiederholungsprüfung zugelassen werden.

§ 11 Prüfungen und Module

(1) In der Vertiefungsphase sind Lehrveranstaltungen aus folgenden Modulen zu absolvieren:

Modul „Experimentelle/Angewandte Physik“ – 10 LP

Es sind zwei Wahlpflichtveranstaltungen aus dem folgenden Katalog zu wählen.

- Quantenoptik
- Regenerative Energien
- Spins in Spektroskopie und Elektronik
- Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Materialwissenschaften
- Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik

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

Modul „Quantenmechanik II“ – 10 LP

Es ist das Pflichtmodul „Quantenmechanik II“ im Umfang von 10 Leistungspunkten zu absolvieren.

Modul „Theoretische Physik“

Es sind zwei Wahlpflichtveranstaltungen aus dem folgenden Katalog zu wählen.

- Quantenchemie
- Theorie des Elektronentransports in mesoskopischen Systemen
- Optik in Festkörpern und Nanostrukturen
- Theoretische Quantenoptik
- Vielteilchentheorie der Festkörper
- Relativistische Quantenmechanik
- Spezielle Funktionen der mathematischen Physik
- Hydrodynamik
- Gruppentheorie
- Quanteninformationstheorie

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

Modul „Schwerpunkt A“ und Modul „Schwerpunkt B“ – jeweils 10 LP

Es sind jeweils zwei Wahlpflichtveranstaltungen aus dem folgenden Katalog zu wählen.

- Niedrigdimensionale Halbleitersysteme I, II
- Optoelektronische Halbleiterbauelemente
- Herstellung dünner Schichten und niedrigdimensionaler Systeme I, II
- Integrierte Optik und Photonik I, II
- Photonische Kristalle
- Kolloidkristalle für die Photonik
- Flüssigkristalle und organische Halbleiter
- Mikrosystemtechnik
- Elektronenmikroskopie
- Ionenstrahlanalyse
- Spektroskopie mit Elektronen

- Computational Materials Science I, II
- Computational Materials Science – Praktikum
- Computational Optoelectronics and Photonics
- Computational Optoelectronics and Photonics – Praktikum

Die Zuordnung dieser Lehrveranstaltungen zu den Modulen Schwerpunkt A und B erfolgt durch den Prüfungsausschuss.

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

Modul „Aktuelle Forschungsfragen“ – 4 LP

Es sind zwei Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen. Dazu sind zwei Hauptseminare, die sich mit aktuellen Forschungsfragen der Physik beschäftigen, zu wählen.

(2) Im Rahmen des Studium Generale sind Lehrveranstaltungen 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. Für Studierende, die aufgrund nachgewiesener englischer Sprachkenntnisse zugelassen wurden, können die 6 Leistungspunkte durch Deutschkurse erbracht werden.

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

§ 12

Prüfungen der Vertiefungsphase, Wiederholung und Kompensation

(1) Die Prüfungsleistungen bestehen aus veranstaltungsbezogenen Prüfungen in einzelnen Lehrveranstaltungen in den Modulen, die in § 11 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.

(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 § 15, § 16 und § 18. 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. Eine zweite Wiederholungsprüfung erfolgt als Prüfung in mündlicher Form. 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.

(7) Eine Prüfung zu einer Pflichtveranstaltung kann zweimal wiederholt werden. Die letzte Wiederholung einer Klausur erfolgt als mündliche Prüfung (erreichbare Noten: 4,0 oder 5,0). Zur mündlichen Prüfung wird der Prüfling zugelassen, wenn er an der Prüfung und an der Wiederholungsprüfung teilgenommen und diese nicht bestanden hat. Mündliche Prüfungen 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 nicht bestandene Prüfung zu einer Wahlpflichtveranstaltung kann einmal wiederholt oder durch Wechsel innerhalb des Wahlpflichtbereiches des zugehörigen Moduls kompensiert werden. Die Gesamtzahl der Kompensations- und Wiederholungsmöglichkeiten ist auf die Anzahl der Prüfungen zu Wahlpflichtveranstaltungen in dem jeweiligen Modul begrenzt. Der Prüfungsausschuss legt im Benehmen mit den Prüfenden fest, ob nach dem Nichtbestehen einer Prüfung eine Wiederholung stattfinden kann. Die Bekanntgabe erfolgt mit der Mitteilung der Prüfungsbedingungen.

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

Soweit die Modulprüfung zu einer Pflichtveranstaltung aus einer Prüfung besteht, ist sie endgültig nicht bestanden, wenn die zweite Wiederholungsprüfung nicht bestanden worden ist. Im Übrigen gilt Absatz 7 Satz 2 und 3 entsprechend.

Soweit die Modulprüfung zu einer Wahlpflichtveranstaltung aus einer Prüfung besteht, ist sie endgültig nicht bestanden, wenn die erste Wiederholungsprüfung nicht bestanden worden ist.

(10) Die Kompensation von Wahlpflichtmodulen ist in § 16 geregelt.

(11) Für Teilprüfungen unterhalb der Veranstaltungsebene im Rahmen von Praktika gemäß § 4 Absatz 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.

(12) 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 mehr möglich ist.

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

§ 13

Forschungsphase

(1) Das zweite Studienjahr des Masterstudienganges Physik 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 methodisches 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 Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern, Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren, Privat- sowie Hochschuldozentinnen und Privat- sowie Hochschuldozenten, habilitierten akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und habilitierten Assistentinnen und Assistenten sowie Nachwuchsgruppenleiterinnen und Nachwuchsgruppenleitern 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. Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer oder die nach § 65 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 benutzten 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.

§ 14

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 „mangelhaft“ (5,0) bewertet.

(6) Die Masterarbeit ist in der Regel von zwei Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern, Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren, Privat- sowie Hochschuldozentinnen und Privat- sowie Hochschuldozenten, habilitierten akademischen 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. Ist die bzw. der Betreuende eine Nachwuchsgruppenleiterin oder ein Nachwuchsgruppenleiter, so muss die bzw. der zweite Gutachtende aus den in Satz 1 genannten Gruppen stammen. 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 Note 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 sechs Wochen nach Abgabe mitzuteilen.

(8) Spätestens sechs 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 Absatz 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) Die 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. Absatz 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 die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses. Bei der Wiederholung der Forschungsphase ist eine Rückgabe des Themas gemäß § 13 Absatz 6 jedoch nur zulässig, wenn von der Rückgabemöglichkeit beim ersten Versuch kein Gebrauch gemacht wurde.

§ 15

Anerkennung und Beschränkung von Leistungspunkten

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

1. die Lehrveranstaltung gemäß Modulbeschreibung für den Masterstudiengang Physik Bestandteil eines Moduls ist, wobei der Prüfungsausschuss festlegen kann, dass weitere Veranstaltungen den Modulen zugeordnet werden,
2. die Lehrveranstaltung durch eine benotete Prüfungsleistung gemäß § 4 abgeschlossen wird.

(2) Für jede Prüfungsleistung (im Sinne des § 11) 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 § 12 Absatz 8 sind zu beachten. Die Kandidatin oder der Kandidat hat die Ergebnisse dieser Prüfungen dem Zentralen Prüfungssekretariat in geeigneter Weise nachzuweisen.

§ 16

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 Leistungspunktesummen erzielt, wird die letzte dieser zum Abschluss des Moduls erforderliche Prüfungsleistung nur mit derjenigen Punktzahl gewichtet, die zur Erreichung der jeweils zu erzielenden Leistungspunktesumme 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.

(3) Innerhalb der Modulkataloge „Experimentelle/Angewandte Physik“, „Schwerpunkt A“, „Schwerpunkt B“ und „Theoretische Physik“ ist bei Nichtbestehen der Prüfung jeweils eine einmalige Kompensation durch Abwahl einer Wahlpflichtveranstaltung möglich.

(4) Innerhalb des Moduls „Aktuelle Forschungsfragen“ ist bei Nichtbestehen der Prüfung eine einmalige Kompensation durch Abwahl eines Hauptseminars möglich.

§ 17

Zusatzmodule

(1) Die Kandidatin oder der Kandidat kann sich in weiteren als den vorgeschriebenen Modulen einer Prüfung unterziehen (Zusatzmodule). Zusatzmodule können insbesondere jede nicht gewählte Lehrveranstaltung gemäß § 11 enthalten.

(2) Das Ergebnis der Prüfung in diesen Modulen wird auf Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten in das Transcript of Records aufgenommen, jedoch bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen.

§ 18

Abschluss des Studiums und endgültiges Nichtbestehen

(1) Die Masterprüfung ist bestanden, sobald die Kandidatin oder der Kandidat die im § 11 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 § 16 sind zu beachten.

(2) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn

1. ein Modul endgültig nicht bestanden ist und es gemäß § 16 nicht kompensiert werden kann, bevor die gemäß Absatz 1 genannte Summe an Leistungspunkten erreicht ist, oder
2. 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) Der Bescheid über eine endgültig nicht bestandene Masterprüfung wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten durch die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses in schriftlicher Form erteilt. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

(4) Hat die Kandidatin oder der Kandidat die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, wird ihr bzw. ihm auf Antrag eine schriftliche Bescheinigung ausgestellt, die die erbrachten Prüfungsleistungen mit Leistungspunkten und erzielten Noten nennt und die erkennen lässt, dass die Masterprüfung endgültig nicht bestanden ist.

(5) Studierenden ist innerhalb eines Jahres nach Exmatrikulation auf Antrag eine Bescheinigung auszustellen, die die erbrachten Prüfungsleistungen sowie bei nicht bestandenen Prüfungsleistungen die Anzahl der in Anspruch genommenen Prüfungsversuche enthält.

§ 19

Bewertung der Masterprüfung und Bildung der Noten

(1) Für die Bewertung der einzelnen Prüfungsleistungen, die Bildung der Noten für die Module gemäß § 11 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 Gesamtnote der Forschungsphase mit 1,0 bewertet wird und das gewichtete Mittel der analog zu Absatz 2 ermittelten übrigen Prüfungsleistungen nicht schlechter als 1,3 ist.

§ 20

Masterzeugnis, Transcript of Records, Diploma Supplement

(1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat das Studium erfolgreich absolviert, erhält sie bzw. er über das Ergebnis ein Zeugnis. Dieses Zeugnis enthält den Namen des Studienganges, die Regelstudienzeit und die Gesamtnote. Das Zeugnis weist das Datum auf, an dem die letzte Prüfungsleistung erbracht worden ist. Daneben trägt es das Datum der Ausfertigung. Das Zeugnis ist von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen.

(2) Ferner erhält die Kandidatin bzw. der Kandidat ein Transcript of Records, in dem die gesamten erbrachten Leistungen und die Fachstudiendauer aufgeführt sind. Das Transcript of Records enthält

Angaben über die Leistungspunkte (ECTS-Credits) und die erzielten Noten zu den absolvierten Modulen und zur Masterarbeit. Es enthält des Weiteren das Thema der Masterarbeit und die erzielte Gesamtnote der Masterprüfung.

(3) Mit dem Abschlusszeugnis wird der Absolventin bzw. dem Absolventen ein Diploma Supplement ausgehändigt.

(4) Das Diploma Supplement ist eine Zeugnisergänzung in deutscher und englischer Sprache mit einheitlichen Angaben zu den deutschen Hochschulabschlüssen, welche das deutsche Bildungssystem erläutern und die Einordnung des vorliegenden Abschlusses vornimmt. Das Diploma Supplement informiert über den absolvierten Studiengang und die mit dem Abschluss erworbenen akademischen und beruflichen Qualifikationen.

§ 21 Urkunde

(1) Gleichzeitig mit dem Zeugnis über die bestandene Masterprüfung wird der Kandidatin oder dem Kandidaten eine Urkunde 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

§ 22 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.

§ 23 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.

§ 24 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. Sie oder er kann diese Aufgabe an die Prüfenden delegieren.

§ 25 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen

(1) Diese Prüfungsordnung tritt mit Wirkung vom 1. Oktober 2012 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung vom 15. Mai 2006 (AM.Uni.Pb Nr. 31/06) sowie die Satzungen zur Änderung der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Physik an der Universität Paderborn vom 8. November 2007 (AM.Uni.Pb. Nr. 56/07) und vom 4. August 2008 (AM.Uni.Pb. Nr. 31/08) außer Kraft. Studierende, die vor dem WS 2012/13 ihr Studium aufgenommen haben, legen ihre Prüfungen nach der zum Zeitpunkt des Studienbeginns 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 20. Juni 2012 und nach Prüfung der Rechtmäßigkeit durch das Präsidium vom 30. Mai 2012.

Paderborn, den 28. Juni 2012

Der Präsident

der Universität Paderborn



Professor 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
LP 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 Gesamt	SWS Pflicht	SWS WPfl.	SWS St.Gen.	LP Gesamt	LP Pflicht	LP WPfl.	LP St.Gen.
1.+2. Semester	40	6	28	6	60	10	44	6
3.+4. Semester:								
Vorb. Methodik	10	10			15	15		
Vorb. Theorie	10	10			15	15		
Masterarbeit	20	20			25	25		
Kolloquium					5	5		
Gesamt	80	46	28	6	120	70	44	6

Studienverlaufsplan

Semester	Modul	SWS	V LP	Ü LP	S LP	Pflicht LP	WPfl. LP	St.Gen. LP	Gesamt LP
1	Quantenmechanik II	V4, Ü2	10 (V6,Ü4)			10			10
	Experimentelle/Angewandte Physik	V2, Ü1	5 (V3,Ü2)				5		5
	Schwerpunkt A	V4, Ü2	10 (V6,Ü4) oder 5+5				10		10
	Hauptseminar	2			2		2		2
	Studium Generale	3	3 (V+Ü+S)					3	3
Summe Semester		20	28		2	10	17	3	30
2	Experimentelle/Angewandte Physik	V2, Ü1	5 (V3,Ü2)				5		5
	Theoretische Physik	V2, Ü1	5 (V3,Ü2)				5		5
	Schwerpunkt B	V2, Ü1	5 (V3,Ü2)				5		5
	Schwerpunkt B	V4, Ü2	10 (V6,Ü4) oder 5+5				10		10
	Hauptseminar	2			2		2		2
Studium Generale	3	3 (V+Ü+S)					3	3	
Summe Semester		20	28		2		27	3	30
Summe Studienabschnitt 1:		40	56		4	10	44	6	60
3 (+4)	Vorbereitung Methodik	10			15	15			15
	Vorbereitung Theorie	10			15	15			15
(3+) 4	Masterarbeit	17		25		25			25
	Kolloquium	3		5		5			5
Summe Studienabschnitt 2:		40				60			60
Summe Studiengang gesamt		80				70	44	6	120

Modulübersicht Master

Experimentelle/Angewandte Physik	SWS	Leistungspunkte
Quantenoptik	V 2; Ü 1	5
Regenerative Energien	V 2; Ü 1	5
Spins in Spektroskopie und Elektronik	V 2; Ü 1	5
Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Materialwissenschaften	P 3	5
Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik	P 3	5
Quantenmechanik II	SWS	Leistungspunkte
Quantenmechanik II	V 4; Ü 2	10
Theoretische Physik	SWS	Leistungspunkte
Quantenchemie	V 2; Ü 1	5
Theorie des mesoskopischen Elektronentransports	V 2; Ü 1	5
Optik in Festkörpern und Nanostrukturen	V 2; Ü 1	5
Theoretische Quantenoptik	V 2; Ü 1	5
Vielteilchentheorie der Festkörper	V 2; Ü 1	5
Relativistische Quantenmechanik	V 2; Ü 1	5
Spezielle Funktionen der mathematischen Physik	V 2; Ü 1	5
Hydrodynamik	V 2; Ü 1	5
Gruppentheorie	V 2; Ü 1	5
Quanteninformationstheorie	V 2; Ü 1	5

Schwerpunkt A und Schwerpunkt B	SWS	Leistungspunkte
Niedrigdimensionale Halbleitersysteme I, II	3 + 3	5 + 5
Optoelektronische Halbleiterbauelemente	3	5
Herstellung dünner Schichten und niedrigdimensionaler Systeme I, II	3 + 3	5 + 5
Integrierte Optik und Photonik I, II	3 + 3	5 + 5
Photonische Kristalle	3	5
Kolloidkristalle für Photonik	3	5
Flüssigkristalle und organische Halbleiter	3	5
Mikrosystemtechnik	3	5
Elektronenmikroskopie	3	5
Ionenstrahlanalyse	3	5
Spektroskopie mit Elektronen	3	5
Computational Materials Science I, II	3 + 3	5 + 5
Computational Materials Science – Praktikum	3	5
Computational Optoelectronics and Photonics	3	5
Computational Optoelectronics and Photonics – Praktikum	3	5
Aktuelle Forschungsfragen	SWS	Leistungspunkte
Hauptseminar	2	2
Module der Forschungsphase	SWS	Leistungspunkte
Einarbeitung Methodik		15
Einarbeitung Theorie		15
Schriftliche Masterarbeit		25
Kolloquium		5
Studium Generale	SWS	Leistungspunkte
Aus dem Lehrangebot der Universität Paderborn		6

Modulbeschreibungen

Name	Quantenoptik	
Studiensemester	1–2	
Verantwortliche	C. Silberhorn, A. Zrenner	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Experimentelle/Angewandte Physik)	
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typisch 40 Studierende Übung: 1 SWS, typische Gruppengröße 10-20 Studierende	
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)	
Leistungspunkte	Vorlesung:	3 Leistungspunkte
	Übung:	2 Leistungspunkte
	Gesamt:	5 Leistungspunkte
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Quantenoptik mit ihren Hauptgebieten Laserphysik und Nichtlineare Optik. 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>	
Inhalt	<p>Vorlesung: 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>Teil I: Laserphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Spontane und stimulierte Emission ▪ Optische Resonatoren ▪ Laserdynamik (gütegeschaltete u. modengekoppelte Laser) ▪ Eigenschaften der Laserstrahlung (Linienbreite, zeitliche und räumliche Kohärenz, statistische Eigenschaften) ▪ Laserverstärker (EDFA, Rauschen, Rauschzahl) <p>Teil II: Nichtlineare Optik</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modulation optischer Strahlung (Elektrooptik, Akustooptik) ▪ Optische Frequenzverdopplung u. Gleichrichtung ▪ parametrische Fluoreszenz, Differenzfrequenzerzeugung und parametrische Verstärkung, optisch parametrische Oszillation ▪ (Stimulierte) Raman- und Brillouin-Streuung ▪ Vierwellenmischung ▪ Räumliche und zeitliche Solitonen <p>Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen</p>	
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an Übungen, Prüfung in Standardform	
Medienformen	Tafelarbeit, Elektronische Medien/Internet, Schriftliche Übungen	
Literatur	Yariv, Quantum Electronics; Meschede, Optik, Licht und Laser	

Name	Regenerative Energien	
Studiensemester	1–2	
Verantwortliche	J. Lindner	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Experimentelle/Angewandte Physik)	
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typisch 40 Studierende Übung: 1 SWS, typische Gruppengröße 10-20 Studierende	
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)	
Leistungspunkte	Vorlesung:	3 Leistungspunkte
	Übung:	2 Leistungspunkte
	Gesamt:	5 Leistungspunkte
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Angestrebte Lernergebnisse	<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>	
Inhalt	<p>Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich der regenerativen Energien in voller Breite vermittelt.</p> <p>Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen.</p> <p>Inhalt (Auszug):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fotovoltaik ▪ Solarthermie ▪ Windenergie ▪ Brennstoffzelle ▪ Kernenergie 	
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an Übungen, Prüfung in Standardform	
Medienformen	Tafelarbeit, Elektronische Medien/Internet, Schriftliche Übungen	
Literatur	Wengenmayr/Bührke, Renewable Energy; Twidell/Weir, Renewable Energy Resources	

Name	Spins in Spektroskopie und Elektronik	
Studiensemester	1–2	
Verantwortliche	S. Greulich-Weber	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Experimentelle/Angewandte Physik)	
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typisch 40 Studierende Seminar: 1 SWS, typische Gruppengröße 10-20 Studierende	
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)	
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Seminar: 2 Leistungspunkte Gesamt: 5 Leistungspunkte	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebietes. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Seminar: Seminarvortrag (45 Minuten) zu einem Spezialgebiet erarbeiten. Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Literaturstudium und Präsentation.	
Inhalt	Vorlesung: Auf Spin-Wechselwirkungen basierende Messmethoden zur Untersuchung der mikroskopischen, magnetischen und elektronischen Eigenschaften der Materie werden vorgestellt. Moderne Methoden der Quantenmechanik zur Interpretation der messbaren Wechselwirkungen sind ein weiterer Schwerpunkt. Anwendungen der Messmethoden in der Biologie, Chemie, Physik und Medizin, sowie neue Konzepte für Spintronik und Quanteninformation werden diskutiert. <ul style="list-style-type: none"> • Elektronenparamagnetische Resonanz (EPR) und Spin-Hamilton-Operator (SHO) • Relaxation und Dynamik • Kernspinresonanz (NMR) • Spinabhängige Rekombination (SDR) • Magnetischer Zirkulardichroismus der Absorption (MCDA) • Mehrfachresonanzverfahren • Pulsmethoden • Spektrometer • Auswerteverfahren und Interpretation der SHO-Parameter • Mikroskopische Beschreibung von Spindichten: Berechnung von Hyperfeinparametern • NMR und g-Tensoren in Störungsrechnung: Magnetische Response und Spinströme • Spin-Bahn-Kopplung und Bahn-Magnetisierung • Spins in der Elektronik Seminar: Vertiefung des Vorlesungsstoffes	
Studien-/Prüfungsleistungen	Seminarbeitrag und aktive Teilnahme an dem Seminar, Prüfung in Standardform	
Medienformen	Tafelarbeit, Elektronische Medien/Internet, Präsentationstechniken	
Literatur	Vorlesungsskript	

Name	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Materialwissenschaften	
Studiensemester	1–2	
Verantwortliche	S. Greulich-Weber	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Experimentelle/Angewandte Physik)	
Lehrform/SWS	Praktikum: 3 SWS, in Kleingruppen à 2–3 Studierenden	
Arbeitsaufwand	2 Blöcke zur Auswahl à 150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)	
Leistungspunkte	Vorlesung:	3 Leistungspunkte
	Übung:	2 Leistungspunkte
	Gesamt:	5 Leistungspunkte
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Angestrebte Lernergebnisse	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.	
Inhalt	Wahlpflichtveranstaltung mit zwei Praktikumsblöcken aus dem Bereich der Materialwissenschaften: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Kristallzüchtung und Herstellung photonischer Materialien</i> (5 LP): Epitaxie, Kolloidkristallzüchtung, Mikro- und Nanostrukturierung • <i>Spektroskopische Methoden</i> (5 LP): Rastersondenmikroskopie, Elektronenspinresonanz, Fourier-Transform-IR-Spektroskopie, Photo- und Kathodolumineszenz 	
Studien-/Prüfungsleistungen	Anfertigung eines Praktikumsprotokolls, Kolloquium	
Medienformen	Praktikum und begleitendes Seminar	
Literatur	Demtröder, Physik 1-3, Bergmann-Schäfer, Physik 1-4	

Name	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum: Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik	
Studiensemester	1–2	
Verantwortliche	H. Suche	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Experimentelle/Angewandte Physik)	
Lehrform/SWS	Praktikum: 3 SWS, in Kleingruppen à 2–3 Studierenden	
Arbeitsaufwand	2 Blöcke zur Auswahl à 150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)	
Leistungspunkte	Vorlesung:	3 Leistungspunkte
	Übung:	2 Leistungspunkte
	Gesamt:	5 Leistungspunkte
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Angestrebte Lernergebnisse	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.	
Inhalt	Wahlpflichtveranstaltung mit zwei Praktikumsblöcken aus den Bereichen Optoelektronik, Integrierte Optik und Photonik: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Erzeugung, Modulation und Detektion optischer Strahlung</i> (5 LP) Dioden-gepumpter Festkörperlaser, aktive Güteschaltung, Frequenzverdopplung, Er-dotierter faseroptischer Ringlaser, Modulation optischer Strahlung, Lawinenphotodioden • <i>Optische Messtechnik und Sensorik</i> (5 LP) Laser-Doppler Velocimetrie, höchstauflösende Spektralanalyse, faseroptisches Sagnac Interferometer, holographische Interferometrie 	
Studien-/Prüfungsleistungen	Anfertigung eines Praktikumsprotokolls, Kolloquium	
Medienformen	Praktikum und begleitendes Seminar	
Literatur	Spezialliteratur zum Praktikum	

Name	Quantenmechanik II
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	T. Meier, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Quantenmechanik II)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 4 SWS, typ. 15 Studierende Übung: 2 SWS, Gruppengröße typ. 15 Studierende
Arbeitsaufwand	300 h (90 h Präsenz, 210 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 6 Leistungspunkte Übung: 4 Leistungspunkte Gesamt 10 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der gängigen Methoden zur Beschreibung und Modellierung von nichtrelativistischen und relativistischen physikalischen Systemen in der Quantenmechanik. Übungen: Entwicklung der Fähigkeiten zum selbstständigen Lösen von anspruchsvollen Aufgaben und der Behandlung von komplexen Systemen.
Inhalt	Vorlesung: Die Vorlesung entwickelt weiterführende, komplexe Inhalte der Quantenmechanik, welche auf dem in der Bachelor-Phase gewonnenen Wissen aufbauen. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf konkrete Probleme. <ul style="list-style-type: none"> • Zeitabhängige Störungstheorie • Mehrkörpersysteme • Identische Teilchen, Fermionen und Bosonen • Näherungsmethoden für Vielteilchensysteme • Elemente der relativistischen Quantenmechanik • Pfadintegral-Formulierung der Quantenmechanik • Einführung in die Quantenfeldtheorie
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, Tageslichtprojektor, rechnergestützte Demonstrationen, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Lehrbücher der Theoretischen Physik, z.B. Landau/Lifschitz Bd. 3, Nolting Bd. 5, Reineker/Schulz/Schulz Bd. 4, Greiner Bd. 4A, 5

Name	Quantum Mechanics II
Semester	1-2
Coordinator	T. Meier, A. Schindlmayr, W.G. Schmidt
Language	German and English
Course attribution	Master of Science in Physics (Quantum Mechanics II)
Type of course	Lecture: 4 hours per week, typ. 15 students Exercises: 2 hours per week, typ. 15 students
Work load	300 h (90 h contact hours, 210 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 6 credit points Exercises: 4 credit points Total 10 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the common concepts and methods that are used to describe non-relativistic and relativistic physical systems quantum mechanically. Exercises: Development of the abilities to independently solve advanced problems and model complex systems.
Contents	Lecture: The lecture develops advanced and complex topics of quantum mechanics based on the knowledge gained during the Bachelor phase. Exercises: Application of the general theory to specific problems. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Time-dependent perturbation theory ▪ Many-body system ▪ Identical particles, fermions and bosons ▪ Approximations for many-particle systems ▪ Elements of relativistic quantum mechanics ▪ Path integrals in quantum mechanics ▪ Introduction to quantum field theory
Examination items	Weekly homework problems, active participation in exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, projector, computer-based demonstrations, written handouts
Literature	Textbooks of theoretical physics, such as Landau/Lifschitz Vol. 3, Nolting Vol. 5, Reineker/Schulz/Schulz Vol. 4, Greiner Vol. 4A, 5

Name	Computational Optoelectronics and Photonics
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	T. Meier, M. Reichelt, J. Förstner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung : 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Schwerpunktgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modellsysteme. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, das Problem analytisch oder numerisch lösen, die Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Es werden quantenmechanische Vielteilchen-Methoden vorgestellt und auf verschiedene nanostrukturierte optische Systeme, die in der aktuellen Forschung relevant sind, angewandt. Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffs anhand ausgewählter Beispiele, die mit Hilfe analytischer Methoden, mit eigenen Programmen oder Softwarepaketen numerisch behandelt werden. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Optische und elektronische Eigenschaften niedrigdimensionaler Festkörper (Quantenfilme, -drähte, -punkte) ▪ Mikroskopische Beschreibung von Vielteilcheneffekten, z.B. Exzitonen ▪ Beschreibung der kohärenten und nichtlinearen Eigenschaften, z.B. Rabi-Oszillationen ▪ Lichtpropagation und Nahfeldeffekte in nanostrukturierten Festkörpersystemen, z.B. quantenmechanischer Oszillator im optischen Resonator ▪ Grundlagen der festkörperbasierten Quanteninformationsverarbeitung
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, Tageslichtprojektor, rechnergestützte Demonstrationen, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Haug/Koch „Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors“, Press/Teukolsky/Vetterling/Flannery „Numerical Recipes“, Garcia „Numerical Methods in Physics“

Name	Computational Optoelectronics and Photonics
Semester	1–2
Coordinator	T. Meier, M. Reichelt, J. Förstner
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Specialization)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lectures: Command of the fundamental concepts of the priority subject. Understanding and mathematical formulation of the physical facts and models. Exercises: Recognition of the problems in the assigned tasks, establishment of the relation to the lecture contents, mathematical formulation of the problem, finding a solution and discussion of the results.
Contents	Lectures: Treatment of quantum mechanical many-body methods that are relevant for current scientific problems and their application to miscellaneous nanostructured optical systems. Exercises: Application of the lecture contents to selected problems, which are treated with the help of analytical methods, software packages or self-developed programs. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Optical and electronic properties of low-dimensional solids (quantum wells, quantum wires, quantum dots) ▪ Microscopic description of many-body effects, e.g., excitons ▪ Description of coherent and non-linear optical properties, e.g., Rabi oscillations ▪ Light propagation and near-field effects in nanostructured solid-state systems, e.g., quantum mechanical oscillator within an optical resonator ▪ Fundamentals of quantum information processing based on solid-state systems
Examination items	Weekly homework problems, active participation in exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, projector, computer-based demonstrations, written handouts
Literature	Haug/Koch "Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors", Press/Teukolsky/Vetterling/Flannery "Numerical Recipes", Garcia "Numerical Methods in Physics"

Name	Computational Materials Science I
Studiensemester	I–2
Verantwortliche	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Methoden und Strategien zur (semi-)empirischen und quantenmechanischen Charakterisierung der Grundzustände komplexer Materialien. Übungen: Fähigkeit zur mathematische Modellierung und Umsetzung in einen Quellcode. Kontrolle der numerischen Resultate mittels analytisch behandelbarer Grenzfälle und Testsysteme.
Inhalt	Vorlesung: Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Grundlagen heutiger Computeranwendungen in den Materialwissenschaften und vermittelt dabei gängige Konzepte und Strategien der numerischen Problembehandlung. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf konkrete Aufgabenstellungen aus dem Bereich Molekül- und Festkörperphysik. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klassische Modellierung chemischer Bindungen ▪ Empirische Potentialansätze für Moleküle und Festkörpersysteme ▪ Strategien zur Geometrieoptimierung ▪ Monte Carlo und Molekulardynamik mit klassischen Potentialansätzen ▪ Hartree-Fock-Näherung und Elektronenkorrelationen ▪ Methoden der semiempirischen Quantenchemie ▪ Dichtefunktionalmethoden und ihre Realisierungen (Teil 1) ▪ Quantenkräfte und ab initio-Molekulardynamik ▪ Tight-binding-Theorie
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Kohanoff „Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules: Theory and Computational Methods“

Name	Computational Materials Science I
Semester	1–2
Coordinator	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Specialization)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credits per module	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and strategies for the (semi-) empirical and quantum mechanical characterisation of the ground-state properties of complex materials. Exercises: Ability for the mathematical modeling and implementation in form of computer codes. Control of the numerical results by means of analytically solvable limits and test cases.
Contents	Lecture: The course gives an overview over the basic computational applications in materials science and introduces common concepts and strategies for numerical problem solving. Exercises: Application to specific problems from molecular and condensed-matter physics. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Classical modeling of chemical bonds ▪ Empirical potentials for molecules and bulk systems ▪ Strategies for geometry optimisation ▪ Monte Carlo and molecular dynamics with classical potentials ▪ Hartree-Fock approximation and electron correlation ▪ Methods of semi-empirical quantum chemistry ▪ Density-functional methods and their implementation (part 1) ▪ Tight-binding theory
Examination items	Weekly homework problems, active participation in exercises, examination in standard form
Media	Blackboard
Literature	Kohanoff “Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules: Theory and Computational Methods“

Name	Computational Materials Science II
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Methoden und Strategien zur quantenmechanischen Charakterisierung von Grundzustands- und Anregungseigenschaften komplexer Materialien. Übungen: Fähigkeit zur mathematische Modellierung und Umsetzung in einen Quellcode. Kontrolle der numerischen Resultate mittels analytisch behandelbarer Grenzfälle und Testsysteme.
Inhalt	Vorlesung: Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Bandbreite fortgeschrittener Computeranwendungen in den Materialwissenschaften und vermittelt dabei gängige Konzepte und Strategien der numerischen Problembearbeitung. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf konkrete Aufgabenstellungen aus dem Bereich Molekül- und Festkörperphysik. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dichtefunktionalmethoden und ihre Realisierungen (Teil 2) ▪ Basissätze und periodische Randbedingungen ▪ Einführung in verschiedene Computerprogramme ▪ Charakterisierung der Stabilität von Oberflächen und Defekten ▪ Schwingungen von Molekülen, Clustern und periodischen Festkörpern ▪ Pseudopotentiale ▪ Erweiterungen der Dichtefunktionaltheorie: <i>GW</i>, Bethe-Salpeter-Gleichung ▪ Molekül- und Festkörperspektroskopie: IR, Raman, optische Eigenschaften
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Kohanoff „Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules: Theory and Computational Methods“

Name	Computational Materials Science II
Semester	1–2
Coordinator	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Specialization)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credits per module	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and strategies for the quantum mechanical characterisation of ground- and excited-state properties of complex materials. Exercises: Ability for the mathematical modeling and implementation in form of computer codes. Control of the numerical results by means of analytically solvable limits and test cases.
Contents	Lecture: The course gives an overview over advanced computational applications in materials science and introduces common concepts and strategies for numerical problem solving. Exercises: Application to specific problems from molecular and condensed-matter physics. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Density-functional methods and their implementation (part 2) ▪ Basis sets and periodic boundary conditions ▪ Introduction to various computational packages ▪ Characterisation of the stability of surfaces and defects ▪ Vibrations of molecules, surfaces and bulk materials ▪ Pseudopotentials ▪ Extensions of density-functional theory: <i>GW</i>, Bethe-Salpeter equation ▪ Spectroscopy of molecules and solids: IR, Raman, optical properties
Examination items	Weekly homework problems, active participation in exercises, examination in standard form
Media	Blackboard
Literature	Kohanoff “Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules: Theory and Computational Methods“

Name	Computational Optoelectronics and Photonics – Praktikum
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	T. Meier, M. Reichelt, J. Förstner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Praktikum: 3 SWS, typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Erfolgreiche Teilnahme an Computational Optoelectronics and Photonics
Leistungspunkte	Praktikum: 5 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Praktikum: Selbstständiges Bearbeiten von Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Optik nanostrukturierter Festkörper und Vertiefung des in der Vorlesung erworbenen Wissens zu diesem Themengebiet. Erlernen der Modellbildung, Erkennen der relevanten physikalischen Aspekte, Formulierung von Problemen mit bekannten theoretischen Methoden, Lösen der daraus hervorgehenden Gleichungen mit analytischen oder numerischen Verfahren.
Inhalt	Praktikum: Aufbauend auf der gleichnamigen Vorlesung werden verschiedene nanooptische Systeme aus der aktuellen Forschung mit Hilfe von numerischen Methoden untersucht. Dabei kommen selbstentwickelte Programme sowie vorhandene Softwarepakete zum Einsatz. Typische Themenbereiche: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Simulation der Lichtausbreitung in photonischen Strukturen ▪ Berechnung der Anregungsdynamik von Nanostrukturen ▪ Auswirkungen von Vielteilcheneffekten, insbesondere der Elektron-Phonon- und der Elektron-Elektron-Wechselwirkung ▪ Einfache Modelle zur Quantenoptik und Quanteninformationsverarbeitung <p>Die Ergebnisse der Bearbeitung werden in Präsentationen vorgestellt.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Bearbeitung der gestellten Aufgaben und Präsentationen.
Medienformen	Kreidetafel, Tageslichtprojektor, rechnergestützte Demonstrationen, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Haug/Koch „Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors“, Press/Teukolsky/Vetterling/Flannery „Numerical Recipes“, Garcia „Numerical Methods in Physics“

Name	Computational Optoelectronics and Photonics – Laboratory
Study semester	1–2
Coordinator	T. Meier, M. Reichelt, J. Förstner
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Specialization)
Type of course	Laboratory: 3 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	Lectures in Computational Optoelectronics and Photonics
Credit points	Laboratory: 5 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Laboratory: Autonomous treatment of given tasks from the area of the optical properties of nanostructured solids and deepening of the knowledge attained in lectures. Acquisition of modeling, recognition of the relevant physical facts, formulation of the problem with theoretical methods and analytical or numerical treatment of the emerging equations.
Contents	<p>Laboratory: Relating to the corresponding lectures, the optical properties of different nanostructured systems that are relevant to current scientific research will be investigated with the help of numerical methods. For this purpose self-developed programmes as well as existing software packages will be used. Typical topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Simulation of light propagating in photonic structures ▪ Calculation of the excitation dynamics in nanostructures ▪ Consequences of many-body effects, in particular electron-phonon and electron-electron interaction ▪ Basic models for quantum optics and quantum information processing <p>The results are illustrated in presentations.</p>
Examination items	Active work on given problems and presentation of the results
Media	Blackboard, projector, computer-based demonstrations, written handouts
Literature	Haug/Koch “Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors“, Press/Teukolsky/Vetterling/Flannery “Numerical Recipes“, Garcia “Numerical Methods in Physics”

Name	Computational Materials Science – Praktikum
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Praktikum: 3 SWS, typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Praktikum: 5 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Fähigkeit zur selbstständigen computergestützten Berechnung von Materialeigenschaften mit Hilfe von Dichtefunktional-Methoden. Vertiefung des in der Vorlesung erworbenen Wissens über grundlegende Methoden und Strategien zur quantenmechanischen Charakterisierung komplexer Materialien. Effiziente Literaturrecherche sowie Umgang mit Software zum wissenschaftlichen Arbeiten.
Inhalt	Aufbauend auf der gleichnamigen Vorlesung werden die strukturellen, Schwingungs- und elektronischen Eigenschaften technologisch relevanter Materialien mit Hilfe einfacher Beispielsysteme und der Dichtefunktionaltheorie numerisch untersucht. Typische Beispiele sind <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eigenschaften idealer Kristalle ▪ Eigenschaften von Oberflächen ▪ Eigenschaften kleiner Moleküle ▪ Charakterisierung der molekularen Adsorption
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Projektaufgaben, regelmäßige Teilnahme an den Diskussions-treffen, Präsentation der Ergebnisse
Medienformen	Whiteboard, schriftliche Versuchsanleitungen, Computer
Literatur	Kohanoff „Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules: Theory and Computational Methods“

Name	Computational Materials Science – Laboratory
Semester	1–2
Coordinator	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt,
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Specialization)
Type of course	Laboratory: 3 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Laboratory: 5 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Ability for independent computation of materials properties with the help of density-functional methods. Deepening of the knowledge gained in the lectures about basic methods and strategies for the quantum mechanical characterization of complex materials. Efficient literature research as well as software use for scientific work.
Contents	Building on the corresponding lectures, the structural, vibrational and electronic properties of technologically relevant materials are investigated with the help of simple prototypical systems and density-functional theory. Typical topics are <ul style="list-style-type: none"> ▪ Properties of ideal crystals ▪ Properties of surfaces ▪ Properties of small molecules ▪ Characterisation of molecular adsorption
Examination items	Weekly project assignments, active participation in the discussion meetings, presentation of the results
Media	Whiteboard, written instructions, computers
Literature	Kohanoff “Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules: Theory and Computational Methods“

Name	Gruppentheorie
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Gruppentheorie, Verständnis der gruppentheoretischen Methoden und Kenntnis der relevanten Nomenklatur. Übungen: Fähigkeit zur Anwendung der Konzepte und Methoden der Gruppentheorie auf praktische Probleme, insbesondere in der Molekül- und Festkörperphysik.
Inhalt	Vorlesung: In der Vorlesung werden die wesentlichen Elemente und Konzepte der Gruppentheorie endlicher diskreter Symmetriegruppen vermittelt, unter spezieller Berücksichtigung von Punktgruppen und Raumgruppen, die für die Molekül- und Festkörperphysik von Bedeutung sind. Darüber hinaus werden kontinuierliche Gruppen, Dreh- und Doppelgruppen sowie ihre irreduziblen Darstellungen eingeführt. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf konkrete Aufgabenstellungen aus der Festkörperphysik. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Symmetriegruppen, unitäre Matrizen und Charaktere ▪ Notationssysteme ▪ Darstellungstheorie ▪ Die Punktgruppen der Festkörpertheorie und ihre irreduziblen Darstellungen ▪ Die irreduziblen Darstellungen der Translationsgruppe und der Raumgruppen ▪ Projektionsoperatoren ▪ Anwendungen: Schwingungsspektren, Stark-Effekt, Bandstruktur ▪ Die Drehgruppe ▪ Bestimmung von Eigenfunktionen aus ihren Transformationseigenschaften ▪ Doppelgruppen, Behandlung des Spins
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben und Seminarvorträge, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Streitwolf „Gruppentheorie in der Festkörperphysik“, Burns „Introduction to group theory with applications“

Name	Group theory
Semester	1–2
Coordinator	E. Rauls, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts of group theory, understanding of group-theoretical methods and knowledge of the relevant nomenclature. Exercises: Ability to apply the concepts and methods of group theory to practical problems, especially in molecular and condensed-matter physics.
Contents	Lecture: In the lecture the key elements and concepts of group theory are presented, with special focus on point groups and space groups with relevance for molecular and solid-state physics. In addition, continuous groups, rotation and double groups as well as their irreducible representations are introduced. Exercises: Application to specific problems from condensed-matter theory. <ul style="list-style-type: none"> • Symmetry groups, unitary matrices and characters • Notation systems • Representation theory • Point groups of condensed-matter theory and their irreducible representations • Irreducible representations of the translation group and the space groups • Projection operators • Applications: vibrational spectra, Stark effect, band structure • The rotational group • Calculating eigenfunctions based on their transformational properties • Double groups, spin
Examination items	Weekly exercises and seminar talks, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, written handouts
Literature	Streitwolf “Gruppentheorie in der Festkörperphysik”, Burns “Introduction to group theory with applications”

Name	Theorie des Elektronentransports in mesoskopischen Systemen
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Theorie des Elektronentransports, Verständnis der wesentlichen Näherungen und der Limitierungen der verwendeten Methoden. Übungen: Fähigkeit zur Anwendung der Konzepte und Methoden der Vorlesung auf reale Systeme, die entweder analytisch oder numerisch behandelt werden.
Inhalt	Vorlesung: In der Vorlesung wird die Theorie des Elektronentransports in mesoskopischen Systemen als quantenmechanisches Problem entwickelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Behandlung des Landauer-Büttiker-Formalismus, wobei die Verbindungen zum Kubo- und Transfer-Hamiltonoperator-Formalismus und der Feynman-Pfadmethode herausgearbeitet werden. Der Bezug zu aktuellen Experimenten wird dargestellt. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf Modellprobleme des Elektronentransports, die analytisch oder numerisch lösbar sind. <ul style="list-style-type: none"> • Charakteristische Größen in aktuellen Elektronentransportmessungen • Landauer-Büttiker-Formalismus • Transmission und Streuung • Greensche Funktionen • Selbstenergie • Lokalisierung und Fluktuationen • Selbstkonsistenz • Beziehung zum Boltzmann-Formalismus
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial, Tageslichtprojektor, rechnergestützte Demonstrationen,
Literatur	Datta „Electronic Transport in Mesoscopic Systems“

Name	Theory of electronic transport in mesoscopic systems
Semester	1-2
Coordinator	A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and methods that are used to describe electron transport, understanding of the relevant approximations and the limitations of specific methods. Exercises: Ability to apply the concepts and methods presented in the lectures to real systems, which are treated either analytically or numerically.
Contents	Lecture: The theory of electron transport in mesoscopic systems is derived from basic quantum theory. The Landauer-Büttiker formalism constitutes the main topic of the lectures, but the relations to the Kubo, transfer-Hamiltonian and Feynman path methods are also discussed. The connection to current experiments is illustrated. Exercises: Application of the theory developed in the lectures to models of electron transport that can be solved analytically or numerically. <ul style="list-style-type: none"> • Characteristic quantities in electron-transport measurements • Landauer-Büttiker formalism • Transmission and scattering • Green functions • Self-energy • Localization and fluctuations • Self-consistence • Relation to the Boltzmann formalism
Examination items	Weekly exercises, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, written handouts, projector, computer-based demonstrations
Literature	Datta "Electronic Transport in Mesoscopic Systems"

Name	Quantenchemie
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Methoden und Konzepte der Quantenchemie, Identifizierung optimaler theoretischer Lösungswege für chemische Fragestellungen, Verständnis der wesentlichen Näherungen und Limitierungen verschiedener Verfahren. Übungen: Fähigkeit zur Anwendung der Konzepte und Methoden der Vorlesung auf reale Systeme, die entweder analytisch oder numerisch behandelt werden.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesung wird die Quantenmechanik auf chemische Fragestellungen angewendet. In diesem Zusammenhang werden wichtige numerische Verfahren und spezifische Beispiele aus der aktuellen Forschung besprochen. Übungen: Computergestützte Anwendungen des Vorlesungsstoffs mit ausgewählten Programmpaketen. <ul style="list-style-type: none"> • Adiabatische und Born-Oppenheimer-Näherung • Kraftfeldmethoden • Elektronenstrukturproblem (Hartree, Hartree-Fock, Austauschwechselwirkung, X-alpha-Methode) • Dichtefunktionaltheorie (Thomas-Fermi-Methode, Hohenberg-Kohn-Theorem, Kohn-Sham-Formalismus) • Korrelierte Methoden (CI, MCSCF, CASSCF, MPn, CC) • Basissätze • Relativistische Methoden • Semi-empirische Methoden
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial, Tageslichtprojektor, Rechnergestützte Demonstrationen,
Literatur	Jensen „Introduction to Computational Chemistry“

Name	Quantum chemistry
Semester	1–2
Coordinator	A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and methods of quantum chemistry, identification of the optimal theoretical tools to solve chemical problems, understanding of the relevant approximations and limitations of different schemes. Exercises: Ability to apply the concepts and methods taught in the lectures to real systems, which are treated either analytically or numerically.
Contents	Lecture: The methods of quantum mechanics are applied to chemical problems. Important numerical methods and specific examples from recent research are discussed in this context. Exercises: Computer-aided applications of the theoretical methods with selected program packages. <ul style="list-style-type: none"> • Adiabatic and Born-Oppenheimer approximations • Force-field methods • Electronic-structure methods (Hartree, Hartree-Fock, exchange interaction, X-alpha method) • Density-functional theory (Thomas-Fermi method, Hohenberg-Kohn theorem, Kohn-Sham formalism) • Correlated methods (CI, MCSCF, CASSCF, MPn, CC) • Basis sets • Relativistic methods • Semi-empirical methods
Examination items	Weekly exercises, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, written handouts, projector, computer-based demonstrations
Literature	Jensen "Introduction to Computational Chemistry"

Name	Vielteilchentheorie der Festkörper
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	U. Gerstmann, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte und Methoden der Vielteilchentheorie in der Anwendung auf Anregungseigenschaften und Spektroskopie von Festkörpern. Übungen: Fähigkeit zur Anwendung der Konzepte und Methoden der Vorlesung auf Modellsysteme.
Inhalt	Vorlesung: In der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte zur Behandlung von Vielteilcheneffekten in der Festkörpertheorie vorgestellt und in Bezug auf die aktuelle Forschung diskutiert. Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffs durch Anwendung auf prototypische, analytisch lösbare Beispiele. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Homogenes Elektronengas ▪ Greensche Funktionen der Einteilchen-Schrödingergleichung ▪ Zweite Quantisierung ▪ Quasiteilchen ▪ Greensche Funktionen des Vielteilchen-Systems ▪ Selbstenergie ▪ Diagrammatische Interpretation ▪ Bethe-Salpeter-Gleichung
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Economou „Green’s Functions in Quantum Physics“, Mattuck „A Guide to Feynman Diagrams in the Many-Body Problem“, Inkson „Many-body theory of solids“

Name	Many-body theory of solids
Semester	1–2
Coordinator	U. Gerstmann, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and methods of many-body theory with respect to excited-state properties and spectroscopy of solids. Exercises: Ability to apply the concepts and methods presented in the lectures to model systems.
Contents	Lecture: The basic concepts for the treatment of many-body effects in solid-state theory are introduced and placed in the context of current research. Exercises: Deepened understanding of the topics presented in the lectures through application to prototypical, analytically solvable examples. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Homogeneous electron gas ▪ Green functions of the single-particle Schrödinger equation ▪ Quantisation of waves (second quantization) ▪ Quasiparticles ▪ Many-body Green functions ▪ Self-energy ▪ Diagrammatic interpretation ▪ Bethe-Salpeter equation
Examination items	Weekly exercises, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, written handouts
Literature	Economou “Green’s Functions in Quantum Physics“, Mattuck “A Guide to Feynman Diagrams in the Many-Body Problem“, Inkson “Many-body theory of solids“

Name	Quanteninformati­onstheorie
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	T. Meier, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curricu- lum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergeb- nisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte und Methoden der Quanteninformati­onstheorie, Verstehen und Bewerten aktueller wissen- schaftlicher Ideen. Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffs durch Lösen einfacher Modell- systeme (teilweise computergestützt).
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesung wird die Quantenmechanik in abs- trakter, moderner Weise formuliert und dann auf aktuelle Fragestellungen der Informati­onstheorie angewendet. Die daraus resultierenden Methoden und Konzepte werden vermittelt. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf einfache Aufgaben (teil- weise computergestützt). <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantenmechanik in moderner Formulierung (Zustände, Effekte, Operationen und Darstellungstheoreme) ▪ Separabilität und Nichtseparabilität statistischer Operatoren ▪ Einstein-Podolsky-Rosen-Paradoxon ▪ Quantenkryptographie ▪ Quantencomputer ▪ Quantenteleportation
Studien- /Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Jürgen Audretsch „Verschränkte Systeme. Die Quantenphysik auf neuen Wegen“

Name	Quantum Information Theory
Semester	1-2
Coordinator	T. Meier, A. Schindlmayr, W. G. Schmidt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and methods of quantum information theory, understanding and assessment of current scientific ideas. Exercises: Deepened understanding of the topics presented in the lectures through the solution of simple models (partly computational).
Contents	Lecture: In the lectures an abstract, modern formulation of quantum mechanics is developed and applied to current problems in information theory. The resulting methods and concepts are discussed. Exercises: Application of the lecture contents to simple problems (partly computational). <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantum mechanics in modern formulation (states, effects, operations and representation theorems) ▪ Separability and non-separability of statistical operators ▪ Einstein-Podolsky-Rosen paradoxon ▪ Quantum cryptography ▪ Quantum computing ▪ Quantum teleportation
Examination items	Weekly exercises, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, written handouts
Literature	Jürgen Audretsch "Entangled Systems: New Directions in Quantum Physics"

Name	Optik in Festkörpern und Nanostrukturen
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	T. Meier, M. Reichelt, J. Förstner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Methoden und Konzepte zur Beschreibung der optischen Eigenschaften von Festkörpern und Nanostrukturen. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zur allgemeinen Theorie herstellen, das Problem analytisch lösen und das Ergebnis kritisch diskutieren und einordnen.
Inhalt	Vorlesung: In der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung optischer Vorgänge in Festkörpern und nanostrukturierten Systemen vorgestellt. Die theoretischen Methoden werden zur Beschreibung und zur Analyse von linearen und nichtlinearen optischen Experimenten verwendet. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf konkrete Probleme. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lineare und nichtlineare Eigenschaften von Zwei- und Mehrniveausystemen (optische Bloch-Gleichungen, kohärente Effekte, Rabi-Oszillationen, Anrege-Abfrage- und Vierwellenmisch-Experimente) ▪ Mikroskopische Vielteilchentheorie für optische Anregungen in Halbleitern und Halbleiter-Nanostrukturen (Halbleiter-Bloch-Gleichungen, Exzitonen und weitere Vielteilcheneffekte, Relaxation und Dephasierung) ▪ Lichtausbreitung in Festkörpern und Nanostrukturen (Selbstkonsistenzproblem, Strahlungsdämpfung, Polaritonen)
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, Tageslichtprojektor, rechnergestützte Demonstrationen, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Haug/Koch „Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors“, Schäfer/Wegener „Semiconductor Optics and Transport Phenomena“, Meier/Thomas/Koch „Coherent Semiconductor Optics: From Basic Concepts to Nanostructure Applications“

Name	Optics of solid-state systems and nanostructures
Semester	1–2
Coordinator	T. Meier, M. Reichelt, J. Förstner
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and methods that are used to describe the linear and non-linear optical properties of solid-state systems and nanostructures. Exercises: Recognising the problems and making connections to the general theory. Finding the proper analytical methods and critical discussion of the obtained solutions.
Contents	Lecture: The fundamental concepts that are needed to describe optical processes in solid-state systems and nanostructures are developed. The theoretical methods are applied to analyse linear and non-linear optical properties. Exercises: Deepened understanding by application of the lecture contents to specific problems and analytical and numerical solutions of model systems. <ul style="list-style-type: none"> • Linear and non-linear optical properties of two- and multi-level systems (optical Bloch equations, coherent effects, Rabi oscillations, quantum beats, pump-probe and four-wave-mixing experiments) • Microscopic many-body theory for optical excitations of semiconductors and semiconductor nanostructures (semiconductor Bloch equations, excitons and further many-body effects, e.g., relaxation, dephasing) • Light propagation through solid-state systems (self-consistent description, radiation damping, polaritons)
Examination items	Weekly homework problems, active participation in exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, projector, computer-based demonstrations, written handouts
Literature	Haug/Koch "Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors", Schäfer/Wegener "Semiconductor Optics and Transport Phenomena", Meier/Thomas/Koch "Coherent Semiconductor Optics: From Basic Concepts to Nanostructure Applications"

Name	Theoretische Quantenoptik
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	J. Förstner, T. Meier, M. Reichelt
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Methoden und Konzepte der theoretischen Quantenoptik. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zur allgemeinen Theorie herstellen, das Problem analytisch oder numerisch lösen und das Ergebnis kritisch diskutieren und einordnen.
Inhalt	Vorlesung: In der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte zur Quantisierung des Lichtfelds und der Beschreibung der Licht-Materie-Wechselwirkung mit quantisiertem Feld vorgestellt. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf konkrete Probleme. <ul style="list-style-type: none"> • Feldquantisierung des elektromagnetischen Felds (Photonenoperatoren, Lichtzustände, Photon-Korrelationen, Kohärenz) • Quantentheorie der Licht-Materie-Wechselwirkung (Strahlteiler, Jaynes-Cummings-Modell, spontane Emission) • Anwendungen im Bereich der Quanteninformation
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel, Tageslichtprojektor, rechnergestützte Demonstrationen, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Gerry/Knight „Introductory Quantum Optics“, Walls/Millburn „Quantum Optics“, Vogel/Welsch „Lectures on Quantum Optics“

Name	Theoretical quantum optics
Semester	1–2
Coordinator	J. Förstner, T. Meier, M. Reichelt
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of the basic concepts and methods of theoretical quantum optics. Exercises: Recognising the problems and making connections to the general theory. Finding the proper analytical and numerical methods and critical discussion of the obtained solutions.
Contents	Lecture: The lecture covers an introduction into the concepts behind the quantisation of the light field and the description of light-matter interaction for a quantised field. Exercises: Deepened understanding by applications of the lecture contents to specific problems and analytical and numerical solutions of model systems. <ul style="list-style-type: none"> • Field quantisation of the electromagnetic field (photon operators, Fock states, coherent states, photon correlation, coherence) • Quantum theory of light-matter interaction with two- and multi-level systems (beam splitter, Jaynes-Cummings model, spontaneous decay) • Applications in quantum information
Examination items	Weekly homework problems, active participation in exercises, examination in standard form
Media	Blackboard, projector, computer-based demonstrations, written handouts
Literature	Gerry/Knight “Introductory Quantum Optics”, Walls/Millburn “Quantum Optics”, Vogel/Welsch “Lectures on Quantum Optics”

Name	Relativistische Quantenmechanik
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	H.-J. Wagner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung weiterführender Konzepte der relativistischen Quantentheorie. Übungen: Fähigkeit zur Anwendung der Konzepte und Methoden der Vorlesung auf reale Systeme.
Inhalt	Vorlesung: Behandelt werden relativistische quantenmechanische Gleichungen zur Beschreibung von Elementarteilchen mit Spin 0, 1/2 oder 1. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf Modellprobleme, die analytisch oder numerisch lösbar sind <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lorentz-Gruppe und Poincaré-Gruppe ▪ Transformationsverhalten von Feldern ▪ Relativistische Invarianz von Feldgleichungen ▪ Kanonische Quantisierung der klassischen relativistischen Mechanik ▪ Klein-Gordon-Gleichung, Newton-Wigner-Operator ▪ Feinstrukturaufspaltung von Energieniveaus, pi-mesische Atome ▪ DKP-Algebra und Kemmer-Gleichung für Teilchen mit Spin 0 oder 1 ▪ Clifford-Algebra und Dirac-Gleichung für Teilchen mit Spin 1/2 ▪ Feinstrukturaufspaltung für das Wasserstoffatom ▪ Gyromagnetischer Faktor für Teilchen mit Spin 1/2
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Roman „Theory of Elementary Particles“, Bogoliubov/Shirkov „Introduction to the Theory of Quantized Fields“, Schweber „An Introduction to Relativistic Quantum Field Theory“, Wachter „Relativistische Quantenmechanik“, Bjorken/Drell „Relativistische Quantenmechanik“

Name	Relativistic Quantum Mechanics
Semester	1-2
Coordinator	H.-J. Wagner
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of advanced concepts in relativistic quantum mechanics. Exercises: Ability to apply the general theory to specific systems, including the appropriate numerical and analytical tools.
Contents	Lecture: The lecture deals with relativistic quantum mechanical equations for the description of elementary particles with spin 0, 1/2 or 1. Exercises: Deepened understanding by application of the theory developed in the lectures to specific problems where analytical or numerical solutions can be found. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lorentz group and Poincaré group ▪ Transformation properties of fields ▪ Relativistic invariance of field equations ▪ Canonical quantisation of classical relativistic mechanics ▪ Klein-Gordon equation, Newton-Wigner operator ▪ Fine-structure splitting of energy levels, pi-mesic atoms ▪ DKP algebra and Kemmer equation for particles with spin 0 or 1 ▪ Clifford algebra und Dirac equation for particles with spin 1/2 ▪ Fine-structure splitting for the hydrogen atom ▪ Gyromagnetic factor for particles with spin 1/2
Examination items	Weekly exercises, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard
Literature	Roman "Theory of Elementary Particles", Bogoliubov/Shirkov "Introduction to the Theory of Quantized Fields", Schweber "An Introduction to Relativistic Quantum Field Theory", Wachter "Relativistische Quantenmechanik", Bjorken/Drell "Relativistische Quantenmechanik"

Name	Spezielle Funktionen der mathematischen Physik
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	H.-J. Wagner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung weiterführender mathematischer Grundlagen der theoretischen Physik. Übungen: Praktische Fähigkeiten beim analytischen Rechnen.
Inhalt	Vorlesung: Behandelt werden Theorie und Anwendungen einiger spezieller Funktionen der mathematischen Physik. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Gammafunktion und den Zylinderfunktionen. Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffs durch Behandlung geeigneter Beispiele. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition und Darstellungen der Gammafunktion, Stirlingsche Formel ▪ Funktionalgleichung der Gammafunktion und Produktdarstellung der Sinusfunktion ▪ Besselsche Differentialgleichungen ▪ Bessel-Funktionen, Neumann-Funktionen, Weber-Funktionen, modifizierte Bessel-Funktionen ▪ Fourier-Bessel-Reihen, Dini-Reihen ▪ Kelvin-Funktionen ▪ Besselsche Integrale, Hankel-Funktionen ▪ Transformierte Besselsche Differentialgleichungen, Airysche Differentialgleichung, sphärische Bessel-Funktionen ▪ Anwendungen in der Schwingungsphysik, Wärmeleitungstheorie, Elektrodynamik und Quantenmechanik
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Smirnow „Lehrgang der höheren Mathematik“ Bd. III/2, Sneddon „Spezielle Funktionen der mathematischen Physik und Chemie“, Jänich „Analysis für Physiker und Ingenieure“, Courant/Hilbert „Methoden der mathematischen Physik“ Bd. I, Whittaker/Watson „A Course of Modern Analysis“, Watson „A Treatise on the Theory of Bessel Functions“

Name	Special Functions of Mathematical Physics
Semester	1–2
Coordinator	H.-J. Wagner
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of advanced mathematical foundations of theoretical physics. Exercises: Improvement of the practical abilities in analytical calculations.
Contents	Lecture: The lecture deals with the theory and application of several special functions of mathematical physics. The main emphasis lies on the Gamma function and the cylinder functions. Exercises: Deepened understanding by application of the theory to suitable examples. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition and representations of the Gamma function, Stirling formula ▪ Functional equation of the Gamma function and product representation of the sine function ▪ Bessel differential equations ▪ Bessel functions, Neumann functions, Weber functions, modified Bessel functions ▪ Fourier-Bessel series, Dini series ▪ Kelvin functions ▪ Bessel integrals, Hankel functions ▪ Transformations of Bessel differential equations, Airy differential equation, spherical Bessel functions ▪ Applications in vibration physics, heat conduction theory, electrodynamics and quantum mechanics
Examination items	Weekly exercises and seminar talks, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard
Literature	Smirnow "Lehrgang der höheren Mathematik" Bd. III/2, Sneddon "Spezielle Funktionen der mathematischen Physik und Chemie", Jänich "Analysis für Physiker und Ingenieure", Courant/Hilbert "Methoden der mathematischen Physik" Bd. I, Whittaker/Watson "A Course of Modern Analysis", Watson "A Treatise on the Theory of Bessel Functions"

Name	Hydrodynamik
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	H.-J. Wagner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Theoretische Physik)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung grundlegender Konzepte der Strömungsmechanik. Übungen: Fähigkeit der Anwendung der Konzepte und Methoden der Vorlesung auf reale Systeme.
Inhalt	Vorlesung: Behandelt werden Grundlagen und ausgewählte Kapitel der Strömungsmechanik. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffs auf Modellprobleme die analytisch oder numerisch lösbar sind. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiefeste und raumfeste Koordinaten, Transporttheoreme, Kontinuitätsgleichung ▪ Hydrostatik, Atmosphärenmodelle ▪ Ideale Flüssigkeiten, Euler-Gleichung; Bernoulli-Gleichung ▪ Grundgleichungen der Hydraulik, Unter- und Überschallströmungen ▪ Potential- und Wirbelströmungen, Wirbelsätze ▪ Bilanzgleichungen der Hydrodynamik ▪ Navier-Stokes-Gleichung für zähe Flüssigkeiten ▪ Strömungsphysikalische Kennzahlen, Turbulenz ▪ Nichtnewtonsche Flüssigkeiten
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Budó „Theoretische Mechanik“, Prandtl „Führer durch die Strömungslehre“, Sommerfeld „Vorlesungen über Theoretische Physik“ Bd. 2, Truckenbrodt „Strömungsmechanik“, Wieghardt „Theoretische Strömungslehre“

Name	Hydrodynamics
Semester	1–2
Coordinator	H.-J. Wagner
Language	German or English
Course attribution	Master of Science in Physics (Theoretical Physics)
Type of course	Lecture: 2 hours per week, typ. 10 students Exercises: 1 hours per week, typ. 10 students
Work load	150 h (45 h contact hours, 105 h study time)
Admission requirements	None
Credit points	Lecture: 3 credit points Exercises: 2 credit points Total 5 credit points
Learning targets	Lecture: Command of basic concepts in fluid mechanics. Exercises: Ability to apply the general theory to specific systems.
Contents	Lecture: The lecture deals with the foundations and selected topics of fluid mechanics. Exercises: Deepened understanding by application of the theory developed in the lectures to specific problems where analytical or numerical solutions can be found. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Material and spatial coordinates, transport theorems, continuity equation ▪ Hydrostatics, atmospheric models ▪ Ideal fluids, Euler equation, Bernoulli equation ▪ Basic equations of hydraulics, subsonic and supersonic flows ▪ Potential and vortex flows, vortex theorems ▪ Balance equations of hydrodynamics ▪ Navier-Stokes equation for viscous fluids ▪ Dimensionless numbers in fluid mechanics, turbulence ▪ Non-Newtonian fluids
Examination items	Weekly exercises, active participation in the exercises, examination in standard form
Media	Blackboard
Literature	Budó “Theoretische Mechanik”, Prandtl “Führer durch die Strömungslehre”, Sommerfeld “Vorlesungen über Theoretische Physik” Bd. 2, Truckenbrodt “Strömungsmechanik”, Wieghardt “Theoretische Strömungslehre”

Name	Niedrigdimensionale Halbleitersysteme I
Studiensemester	1-2
Verantwortliche	A. Zrenner
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich niedrigdimensionaler Systeme in voller Breite vermittelt. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Herstellung niedrigdimensionaler Systeme ▪ Elektronische Zustände in Potentialtöpfen und Quantenpunkten ▪ Hochbewegliche Ladungsträgersysteme ▪ Ballistischer Transport ▪ Coulomb-Blockade
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	J. Davies, Physics of Low-dimensional Systems

Name	Niedrigdimensionale Halbleitersysteme II
Studiensemester	1-2
Verantwortliche	A. Zrenner
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich niedrigdimensionaler Systeme in voller Breite vermittelt. Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Optische Intradbandübergänge ▪ Optische Interbandübergänge ▪ Exzitonen in Quantenpunkten ▪ Kohärente optische Eigenschaften
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	J. Davies, Physics of low-dimensional systems, Weisbuch/Vinter, Quantum Semiconductor Structures

Name	Optoelektronische Halbleiterbauelemente
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	D. As
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: 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. Gliederung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bedeutung optoelekt. Halbleiterbauelemente ▪ Licht emittierende Dioden – LED ▪ Laserdiode – statische Eigenschaften ▪ Laserdiode – dynamische Eigenschaften ▪ Optoelektronische Detektoren Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Coldren/Corzine, Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits; Piprek, Semiconductor Optoelectronic Devices, Leigh et al. Devices for Optoelectronics

Name	Herstellung dünner Schichten und niedrigdimensionaler Systeme I
Studiensemester	1-2
Verantwortliche	D. Schikora
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: 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. Teil A behandelt die Verfahrensgrundlagen der Schichtkondensation aus gasförmigen und flüssigen Phasen, insbesondere die Molekularstrahlepitaxie (MBE), die chemische Gasphasenabscheidung (CVD), die plasma-gestützten Schichtabscheidungsmethoden sowie die Flüssigphasenepitaxie. Übungen: In den Übungen werden die Studenten in die Arbeit des Reinraum-Epitaxielabores integriert und nehmen an der Herstellung dünner Halbleiterschichten teil.
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Cho (Ed.), Molecular Beam Epitaxy; Ledentsov, Growth Processes and Surface Phase Equilibria in Molecular Beam Epitaxy

Name	Herstellung dünner Schichten und niedrigdimensionaler Systeme II
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	D. Schikora
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: 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. Teil II 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 Übungen: In den Übungen werden die Studenten in die Arbeit des Reinraum-Epitaxielabores integriert und nehmen an der Herstellung dünner Halbleiterschichten teil.
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Cho (Ed.), Molecular Beam Epitaxy; Ledentsov, Growth Processes and Surface Phase Equilibria in Molecular Beam Epitaxy

Name	Integrierte Optik und Photonik I
Studiensemester	1-2
Verantwortliche	C. Silberhorn
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Integrierte Optik und Photonik in voller Breite vermittelt. Inhalt: Teil I <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung ▪ Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in optischen Wellenleitern ▪ Materialien und Herstellungsverfahren ▪ Charakterisierung optischer Wellenleiter ▪ Theorie gekoppelter Moden Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Tamir, Guided-Wave Optoelectronics; Nishihara/ Haruna/ Suhara, Optical Integrated Circuits, Ebeling, Integrierte Optoelektronik

Name	Integrierte Optik und Photonik II
Studiensemester	1-2
Verantwortliche	C. Silberhorn
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Integrierte Optik und Photonik in voller Breite vermittelt. Inhalt: Teil II <ul style="list-style-type: none"> ▪ Passive Bauelemente ▪ Modulatoren, Schalter und Filter ▪ Optische Verstärker und Laser ▪ Nichtlineare Bauelemente ▪ Integriert optische Schaltkreise Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Tamir, Guided-Wave Optoelectronics; Nishihara/ Haruna/ Suhara, Optical Integrated Circuits, Ebeling, Integrierte Optoelektronik

Name	Photonische Kristalle
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	C. Meier
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Photonische Kristalle in voller Breite vermittelt. Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektromagnetische Wellen in der Optik und Bandstruktur photonischer Kristalle ▪ Eindimensionale photonische Kristalle ▪ Dispersionsrelation zweidimensionaler photonischer Kristalle ▪ Dreidimensionale photonische Kristalle ▪ Resonatorstrukturen ▪ Charakterisierungsmethoden ▪ Photonische Wellenleiter ▪ Weitere Anwendungen (Mikrowellen, LASER, Sensoren, ...) ▪ Metallische photonische Kristalle ▪ Numerische Methoden und Gruppentheorie Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Joannopoulos/Johnson/Winn, Photonic Crystals 2nd ed.

Name	Kolloidkristalle für die Photonik
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	S. Greulich-Weber, W. Huber
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Kolloidkristalle für die Photonik in voller Breite vermittelt. Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Synthese kolloidaler Partikel ▪ Kolloidale Wechselwirkungen ▪ Kristallisation kolloidaler Partikel ▪ Photonische Eigenschaften von Kolloidkristallen ▪ Modellierung photonischer Strukturen Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffes durch Seminarvorträge
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Joannopoulos/Johnson/Winn, Photonic Crystals 2nd ed.

Name	Flüssigkristalle und organische Halbleiter
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	H.-S. Kitzerow
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Flüssigkristalle in voller Breite vermittelt. Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Pasechnik, Liquid Crystals, Gilles-de Gennes, The Physics of Liquid Crystals

Name	Mikrosystemtechnik
Studiensemester	1-2
Verantwortliche	U. Hilleringmann
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebiets. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. Übungen: Die in den Aufgaben gestellten Probleme erkennen, den Bezug zum Vorlesungsstoff herstellen, Probleme mathematisch formulieren, Ergebnisse diskutieren und in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden aktuelle und relevante Themen und Konzepte aus dem Bereich Mikrosystemtechnik in voller Breite vermittelt. Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ technologische und theoretische Grundlagen der Mikrosystemtechnik, ▪ Ätzverfahren der Mikromechanik ▪ integrierte optischer Komponenten auf Silizium ▪ Grundlagen mikroelektronischer Schaltungsintegration. Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffes durch Seminarvorträge
Studien-/Prüfungsleistungen	Wöchentliche Übungsaufgaben, aktive Teilnahme an den Übungen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Kreidetafel
Literatur	Bernards, Organic Semiconductors in Sensor Applications

Name	Elektronenmikroskopie
Studiensemester	1-2
Verantwortliche	J. Lindner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Elektronenmikroskopie, von den Grundlagen der Elektron-Festkörper-Wechselwirkung bis zu den daraus resultierenden Kontrastmechanismen und ihrer Anwendung. Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffes anhand ausgewählter, relevanter elektronenmikroskopischer Problemstellungen und Einordnung in einen gesamphysikalischen Zusammenhang.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden die Grundlagen der Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie in voller Breite vermittelt und ihre Anwendung zur Charakterisierung von Materialien auf der Nano- und Subnanometerskala erläutert. Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektronenoptische Komponenten und Strahlengänge in Elektronenmikroskopen ▪ Elektronenmikroskopische Präparationsverfahren ▪ Abbildungsverfahren und Kontrastarten ▪ Elektron-Festkörper-Wechselwirkung ▪ Kinematische und Dynamische Theorie der Elektronenbeugung ▪ Konventionelle Elektronenmikroskopie ▪ Kontrastübertragung und Hochauflösung Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Bearbeitung der gestellten Aufgaben und Präsentationen, Teilnahme an Labordemonstration, Prüfung in Standardform
Medienformen	Computergestützte Projektion, Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Williams/Carter „Transmission Electron Microscopy I-III“, Hirsch/Howie “Electron Microscopy of Thin Crystals”, H. Alexander “Physikalische Grundlagen der Elektronenmikroskopie”, Reimer: Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden

Name	Ionenstrahlanalyse
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	J. Lindner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, max. 20 Studierende Praktikum: 1 SWS, in Kleingruppen à 3-4 Studierende
Arbeitsaufwand	Blockveranstaltung mit 150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Praktikum: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Die in Zusammenarbeit mit der Ruhr-Universität Bochum am RUBION Beschleunigerlabor durchgeführte Blockveranstaltung führt in die Grundlagen der nuklearen Festkörperphysik und Anwendungen der Beschleunigerphysik ein. Vorlesung: Beherrschung der grundlegenden Konzepte des Spezialgebietes. Praktikum: Hinführung zum selbstständigen Handeln, Experimentieren, sowie dem Erkennen und Extrahieren wesentlicher Zusammenhänge aus eigenen experimentellen Erfahrungen. Die Studierenden lernen den Strahlzeitbetrieb an einer Großforschungseinrichtung kennen. Sie sammeln Erfahrung in der webbasierten Zusammenarbeit in interuniversitären Teams, indem jedes Team eine schriftliche Auswertung und Dokumentation sowie eine Abschlusspräsentation über ein Teilprojekt ausarbeitet und vorstellt.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden die Grundlagen der Ionen-Festkörper-Wechselwirkung sowie ihrer Anwendung für die Materialanalyse und -modifikation erläutert. Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Ionenquellen, Ionenoptik, Beschleunigerprinzipien • Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit biologischen Organismen und Strahlenschutz • Festkörper-Dünnschichtanalyse mittels Rutherford-Rückstreuungsspektroskopie (RBS) • Spurenelementanalyse mittels Kernreaktionsanalyse (NRA) • Elementnachweis mittels teilcheninduzierter Röntgenstrahlung (PIXE) • Dotierung von Halbleitern mittels Ionenimplantation • Anwendung von Teilchenbeschleunigern in der Astro-, Geo-, Kern- und Medizinphysik • Nanostrukturierung mit Ionenstrahlen Praktikum: Herstellung und Untersuchung von Proben mit Hilfe der am RUBION vorhandenen Teilchenbeschleuniger im Rahmen von fünf Mini-projekten zum Vorlesungsstoff.
Studien-/Prüfungsleistungen	Anfertigung eines Praktikumsprotokolls, Kolloquiumspräsentation
Medienformen	Computergestützte Projektion, Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Tesmer /Nastasi, "Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis"

Name	Spektroskopie mit Elektronen
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	J. Lindner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Schwerpunkt)
Lehrform/SWS	Vorlesung: 2 SWS, typ. 10 Studierende Übung: 1 SWS, Gruppengröße typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	150 h (45 h Präsenz, 105 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Vorlesung: 3 Leistungspunkte Übung: 2 Leistungspunkte Gesamt 5 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Verständnis der grundlegenden Methoden der analytischen Elektronenmikroskopie, insbesondere der Röntgenspektroskopie und der Elektronenenergieverlustspektroskopie sowie komplementärer Methoden. Übungen: Vertiefung des Vorlesungsstoffs anhand ausgewählter, relevanter mikrospektroskopischer Themenstellungen und Einordnung in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang.
Inhalt	Vorlesung: Im Rahmen der Vorlesungen werden die Grundlagen der elektronenstrahlbasierten Elementanalytik vertieft behandelt und ihre Anwendung zur Charakterisierung der chemischen und elektronischen Struktur von Materialien auf der Nano- und Subnanometerskala erläutert. Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Anregungsphänomene durch Elektronen in Festkörpern • Energie- und Wellenlängendispersive Röntgenspektroskopie (EDX, WDX) <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentierung - Elementverteilungsanalyse - Orts- und Energieauflösung - Quantifizierung und Nachweisempfindlichkeit • Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS) <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentierung - Elementverteilungsanalyse mittels EELS - Orts- und Energieauflösung - Quantifizierung und Nachweisempfindlichkeiten - Kantenfeinstruktur (ELNES) und lokale strukturelle Eigenschaften des Festkörpers - Spektroskopie von Inter- und Intradbandübergängen - Plasmonenspektroskopie und ihre Anwendungen - Energiegefilterte Transmissionselektronenmikroskopie (EFTEM) • Photoelektronen- und Augerelektronenspektroskopie Übungen: Anwendung des Vorlesungsstoffes auf reale Problemstellungen
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Bearbeitung der gestellten Aufgaben und Präsentationen, Teilnahme an Labordemonstrationen, Prüfung in Standardform
Medienformen	Computergestützte Projektion, Kreidetafel, schriftliches Begleitmaterial
Literatur	Williams/Carter: „Transmission Electron Microscopy IV“, Goldstein: „Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis“, Shindo/Oikawa: “Analytical Electron Microscopy for Materials Science”

Name	Hauptseminar
Studiensemester	1–2
Verantwortliche	C. Meier, T. Meier
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Aktuelle Forschungsfragen)
Lehrform/SWS	Seminar 2 x 2 SWS, typ. 10 Studierende
Arbeitsaufwand	120 h (40 h Präsenz, 80 h Selbststudium)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Leistungspunkte	Pro Veranstaltung: 2 Leistungspunkte Pro Modul: 4 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	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. In der Vortragsphase: Training der eigenen Präsentationsfähigkeit und Dialogfähigkeit bei der Beantwortung von Fragen.
Inhalt	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. 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.
Studien-/Prüfungsleistungen	Ausarbeitung und Vortrag
Medienformen	Seminar, Computergestützte Projektion, Tafel
Literatur	Spezialliteratur zum Seminar

Name	Vorbereitungsmodul der Forschungsphase: Methodik
Studiensemester	3–4
Verantwortliche	Hochschullehrer der Physik
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Forschungsphase)
Lehrform/SWS	Praktikum: Einzelbetreuung
Arbeitsaufwand	450 h
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zur Forschungsphase (min. 45 LP aus der Vertiefungsphase)
Leistungspunkte	Gesamt 15 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	Die Nutzung aller notwendigen technischen Einrichtungen und/oder Softwarekomponenten einer existierenden Forschungsgruppe für eigene selbstständige Forschungsaufgaben.
Inhalt	<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"> ▪ Verständnis der messtechnischen Prinzipien ▪ Bedienung der apparativen Ausstattung ▪ Nutzung der für das Forschungsprojekt verwendeten speziellen Softwarekomponenten ▪ Nutzung der technischen Infrastruktur
Studien-/Prüfungsleistungen	Schriftliche Ausarbeitung und Seminarvortrag
Medienformen	Seminar, Computergestützte Projektion, Tafel
Literatur	Spezialliteratur zu den Methoden

Name	Vorbereitungsmodul der Forschungsphase: Theorie
Studiensemester	3–4
Verantwortliche	Hochschullehrer der Physik
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Forschungsphase)
Lehrform/SWS	Praktikum: Einzelbetreuung
Arbeitsaufwand	450 h
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zur Forschungsphase (min. 45 LP aus der Vertiefungsphase)
Leistungspunkte	Gesamt 15 Leistungspunkte
Angestrebte Lernergebnisse	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.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spezielles physikalisches Faktenwissen und Anwendungswissen im Bereich des gewählten Themas ▪ Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in der abschließenden Seminarveranstaltung ▪ Teamfähigkeit durch konstruktive Diskussion und Kritik innerhalb der Forschungsgruppe
Studien-/Prüfungsleistungen	Schriftliche Ausarbeitung und Seminarvortrag
Medienformen	Seminar, Computergestützte Projektion, Tafel
Literatur	Spezialliteratur zur Theorie

Name	Studium Generale
Studiensemester	1–4
Verantwortliche	Verschiedene (Import aus verschiedene Bereichen)
Sprache	nicht festgelegt
Zuordnung zum Curriculum	Master of Science in Physik (Studium Generale)
Lehrform/SWS	Lehrform: nicht festgelegt
Arbeitsaufwand	180 h
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Angestrebte Lernergebnisse	Im Studium Generale sind einerseits Schlüsselkompetenzen (z.B. Kommunikation oder Fremdsprachen) zu erwerben und andererseits Wissensgebiete jenseits der Schranken des Kern-Studienplans zu erschließen. Um eine gewisse Streubreite sicher zu stellen, sind Veranstaltungen aus mindestens 2 unterschiedlichen Themenbereichen zu wählen.
Leistungspunkte	Gesamt: 6 Leistungspunkte
Inhalt	Veranstaltungen aus den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> 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
Studien-/Prüfungsleistungen	Standardprüfungsleistung
Medienformen	alle
Literatur	Wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben

**HRSG: PRÄSIDIUM DER UNIVERSITÄT PADERBORN
WARBURGER STR. 100 · 33098 PADERBORN**