

Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik der Fakultät für Naturwissenschaften an der
Universität Paderborn

- Lesefassung -

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern auf dieser Website die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

- Die gültige Version der Prüfungsordnung ist die in den amtlichen Bekanntmachungen der Hochschule veröffentlichte Version -

Aufgrund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 16. September 2014 (GV.NRW S. 547), zuletzt geändert durch das Gesetz zur Aufnahme der Deutschen Hochschule der Polizei in das Hochschulgesetz NRW vom 15. Dezember 2016 (GV. NRW. S. 1154), hat die Universität Paderborn folgende Prüfungsordnung erlassen:

Inhalt

I. Allgemeines.....	3
§ 1 Ziel und Gliederung des Studiums, Sprachenregelung	3
§ 2 Akademischer Grad	3
§ 3 Studienbeginn.....	3
§ 4 Zugangsvoraussetzungen.....	3
§ 5 Regelstudienzeit, Studienumfang, Anmeldung zu Prüfungsleistungen	5
§ 6 Module	6
§ 7 Anerkennung von Leistungen	6
§ 8 Prüfungsausschuss.....	7
§ 9 Prüfende und Beisitzende.....	8
§ 10 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß, Schutzvorschriften.....	8
II. Masterprüfung	10
§ 11 Art und Umfang der Masterprüfung	10
§ 12 Zulassung	11
§ 13 Abschluss eines Moduls.....	11
§ 14 Formen der Prüfungsleistungserbringung in den Modulen und qualifizierte Teilnahme.....	12
§ 15 Prüfungsleistung in den Modulen.....	13
§ 16 Bewertung von Leistungen in den Modulen.....	14
§ 17 Forschungsphase.....	14
§ 18 Masterarbeit	15
§ 19 Annahme und Bewertung der Masterarbeit	16
§ 20 Mündliche Verteidigung der Masterarbeit.....	16
§ 21 Zusatzmodule	17
§ 22 Wiederholung von Leistungen.....	17
§ 23 Bewertung der Masterprüfung und Bildung der Gesamtnote	17
§ 24 Erfolgreicher Abschluss des Studiums, endgültiges Nichtbestehen	18
§ 25 Zeugnis, Transcript of Records, Diploma Supplement.....	18
§ 26 Masterurkunde	19
§ 27 Einsicht in die Prüfungsakten	19
III. Schlussbestimmungen	19
§ 28 Ungültigkeit der Masterprüfung.....	19
§ 29 Aberkennung des Mastergrades	20
§ 30 Übergangsbestimmungen	20
§ 31 Inkrafttreten und Veröffentlichung.....	20
Anhang: Studienverlaufsplan und Modulbeschreibungen	21
Studienverlaufsplan.....	21
Modulübersicht Master	22
Modulbeschreibungen.....	24

I. Allgemeines

§ 1

Ziel und Gliederung des Studiums, Sprachenregelung

- (1) Die Masterprüfung bildet einen zweiten berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums der Physik. Das Studium vermittelt den Studierenden neben den allgemeinen Studienzielen des § 58 Abs. 1 HG insbesondere vertiefte mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse und einen Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge sowie ein an die aktuelle, internationale Forschung anschlussfähiges Wissen in einem Spezialgebiet, so dass komplexe physikalische Problem- und Aufgabenstellungen auf wissenschaftlicher Basis analysiert, formuliert und auch weitgehend gelöst werden können. Weiter erwerben Studierende die Fähigkeit, sich in ein beliebiges physikalisches Spezialgebiet einzuarbeiten, hierzu die aktuelle internationale Fachliteratur zu recherchieren, zur Problemlösung Experimente selbstständig zu planen, durchzuführen und zu interpretieren bzw. auf der Grundlage theoretischer Prinzipien selbstständig zu modellieren und zu simulieren. Bezogen auf diese fachbezogenen Fähigkeiten sollen auch soziale Kompetenzen, ein Bewusstsein von der Verantwortung gegenüber der Wissenschaft und den Grundsätzen der guten wissenschaftlichen Praxis sowie die Fähigkeit, komplexe Sachverhalte und eigene Forschungsergebnisse im Kontext aktueller Forschung zu diskutieren und schriftlich wie mündlich darzustellen, erworben werden.
- (2) Das Studium besteht aus einer einjährigen fachlichen Vertiefungsphase, in der die Studierenden an fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der experimentellen und theoretischen Physik teilnehmen und über Wahlpflichtbereiche eigene fachliche Schwerpunkte bilden können, sowie einer anschließenden einjährigen Forschungsphase, die die Studierenden im Rahmen der Masterarbeit in eine selbstständige forschende Tätigkeit im Bereich der Physik einführt.
- (3) Durch die Masterprüfung soll festgestellt werden, ob die Studierenden die inhaltlichen Grundlagen der Physik beherrschen und einen systematischen Überblick sowie ein methodisches Instrumentarium für eine selbstständige forschende Tätigkeit im Bereich der Physik und ihrer technologischen Anwendungen erworben haben.
- (4) Im Rahmen des Masterstudiums werden Module in deutscher und englischer Sprache angeboten. Wird das Masterstudium vollständig nur in deutscher oder in englischer Sprache absolviert, sind Einschränkungen der Wahlmöglichkeiten in den Wahlpflichtbereichen möglich. Mündliche und schriftliche Leistungen einschließlich der Masterarbeit können wahlweise in deutscher oder in englischer Sprache erbracht werden.

§ 2

Akademischer Grad

Ist das Masterstudium erfolgreich abgeschlossen, verleiht die Fakultät für Naturwissenschaften den akademischen Grad „Master of Science“ (M.Sc.).

§ 3

Studienbeginn

Der Studienbeginn ist das Wintersemester oder das Sommersemester.

§ 4

Zugangsvoraussetzungen

- (1) In den Masterstudiengang Physik kann nur eingeschrieben werden, wer kumulativ

1. das Zeugnis der Hochschulreife (allgemeine oder einschlägig fachgebundene) oder nach Maßgabe einer Rechtsverordnung das Zeugnis der Fachhochschulreife oder einen durch Rechtsvorschrift oder von der zuständigen staatlichen Stelle als gleichwertig anerkannten Vorbildungsnachweis oder die Voraussetzungen für in der beruflichen Bildung Qualifizierte besitzt oder die Voraussetzungen der Bildungsausländerhochschulzugangsverordnung erfüllt
2. einen Studienabschluss besitzt, der nachfolgende Voraussetzungen erfüllt:
 - a) Es muss sich um einen ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss mit einer Regelstudienzeit von mindestens sechs Semestern der Universität Paderborn oder einer staatlichen oder staatlich anerkannten Hochschule oder einer staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademie handeln. Studienabschlüsse einer ausländischen staatlichen oder staatlich anerkannten Hochschule eröffnen den Zugang, sofern hinsichtlich der erworbenen Kompetenzen kein wesentlicher Unterschied zu einem Studienabschluss der Universität Paderborn nach Satz 1 besteht. Für ausländische Bildungsabschlüsse sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen oder entsprechende gesetzliche Regelungen zu berücksichtigen. Soweit Vereinbarungen und Abkommen der Bundesrepublik Deutschland mit anderen Staaten über die Gleichwertigkeit im Hochschulbereich (Äquivalenzabkommen) Studierende ausländischer Staaten abweichend von Satz 2 begünstigen, gehen die Regelungen der Äquivalenzabkommen vor. Im Übrigen soll bei Zweifeln über das Vorliegen oder Nichtvorliegen wesentlicher Unterschiede die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden. Die Feststellung über die Voraussetzungen nach Satz 2 trifft der Prüfungsausschuss.
 - b) Der Studienabschluss muss nachfolgend beschriebene Kompetenzen beinhalten, wie sie im Bachelorstudiengang Physik an der Universität Paderborn vermittelt werden, bzw. es dürfen keine wesentlichen Unterschiede dazu bestehen:
 - aa) Experimentelle Physik: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der klassischen Physik (Mechanik, Elektrodynamik, Optik, Thermodynamik) sowie der Quanten-, Atom- und Festkörperphysik.
 - bb) Theoretische Physik: Beherrschung der theoretischen Grundlagen und Methoden der klassischen Mechanik, Elektrodynamik, Quantenmechanik und Thermodynamik, verbunden mit der Fähigkeit zur Modellbildung und abstrakten mathematischen Formulierung physikalischer Sachverhalte.
 - cc) Physikalische Praktika: Erkennen und Extrahieren wesentlicher physikalischer Zusammenhänge anhand selbst durchgeführter Experimente, Protokollierung und kritische Auswertung der Versuchsergebnisse.
 - dd) Mathematik: Beherrschung der grundlegenden mathematischen Konzepte und Methoden, die zum Verständnis und zur Lösung von Problemen im Masterstudiengang Physik benötigt werden. Hierbei handelt es sich um fundierte Kenntnisse in den Bereichen Lineare Algebra, Analysis, Differentialgleichungen, Vektoranalysis.

Die Feststellung über die Voraussetzungen trifft der Prüfungsausschuss. Fehlen Anforderungen, so kann die Einschreibung mit der Auflage erfolgen, die Anforderungen durch angemessene Studien nachzuholen und durch das Bestehen zugehöriger Prüfungen bis zur Meldung zu den Modulen der Forschungsphase nachzuweisen. Die Entscheidung hierüber sowie über Art und Umfang der Studien und Prüfungen trifft der Prüfungsausschuss auf der Grundlage des vorangegangenen Studienabschlusses. Dabei können auch außerhalb des Studienabschlusses erfolgreich erbrachte Prüfungsleistungen Berücksichtigung finden. Die fehlenden und nachzuholenden Studien dürfen 30 Leistungspunkte nicht überschreiten. Die Studien und Prüfungen sollten im ersten Semester des Masterstudiengangs erbracht werden.

- c) Der Studienabschluss muss mit einer Gesamtnote von mindestens 3,0 (oder einer äquivalenten ausländischen Abschlussnote) erfolgt sein.
3. als Studienbewerber, der seine Zugangsvoraussetzungen nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben hat, ausreichende Kenntnisse der deutschen Sprache besitzt. Es bedarf eines Nachweises der sprachlichen Studierfähigkeit für die uneingeschränkte Zulassung oder Einschreibung zu allen Studiengängen. Näheres regelt die Ordnung für die Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang an der Universität Paderborn in der jeweils geltenden Fassung.

Alternativ ist die ausreichende Beherrschung der englischen Sprache wie folgt nachzuweisen:

- a. Bachelorabschluss im englischsprachigen Ausland oder in einem als englischsprachig akkreditierten, inländischen Studiengang oder
 - b. Test of English as a Foreign Language (TOEFL) „internet-based Test“ (iBT) mit einem Ergebnis von mindestens 80 Punkten oder
 - c. TOEFL „Paper-based Test“ (PBT) mit einem Ergebnis von mindestens 550 Punkten oder
 - d. IELTS-Test mit einem Ergebnis von mindestens 6.0 oder
 - e. Zertifikat Cambridge English: Advanced (CAE) oder Cambridge English: Proficiency (CPE) oder
 - f. durch im Niveau gleichwertige Tests oder
 - g. entsprechende schulische Vorbildung.
- (2) Die Einschreibung ist abzulehnen, wenn
1. die in Absatz 1 bis 2 genannten Voraussetzungen nicht vorliegen,
 2. der Kandidat eine nach der Prüfungsordnung erforderliche Prüfung in dem gewünschten Studiengang an einer Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes endgültig nicht bestanden hat oder
 3. der Kandidat sonst eine nach der Prüfungsordnung erforderliche Prüfung in einem Studiengang an einer Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes endgültig nicht bestanden hat, wenn sowohl der erfolglose Studiengang eine erhebliche inhaltliche Nähe zum Masterstudiengang Physik der Universität Paderborn aufweist als auch die endgültig nicht bestandene Prüfung eine erhebliche inhaltliche Nähe zu einer Prüfung eines Pflichtmoduls des Masterstudiengangs Physik der Universität Paderborn aufweist.

§ 5

Regelstudienzeit, Studienumfang, Anmeldung zu Prüfungsleistungen

- (1) Die Regelstudienzeit für den Masterstudiengang Physik beträgt vier Semester (einschließlich des Abschlusses der Prüfungen). Dies entspricht einem Gesamtarbeitsaufwand (Workload) von 3.600 Stunden (= 120 Leistungspunkte) für die Studierenden.
- (2) Das Masterstudium umfasst Module mit einem Gesamtumfang von 120 Leistungspunkten. Ein Leistungspunkt, im Folgenden kurz LP, entspricht einem ECTS-Punkt gemäß dem European Credit Transfer System. Ein LP entspricht einer Arbeitsbelastung von in der Regel 30 Stunden. Ein Semester umfasst in der Regel 30 LP und somit einen Arbeitsaufwand von 900 Stunden.
- (3) Zu jeder studienbegleitenden Prüfungsleistung in der fachlichen Vertiefungsphase ist eine gesonderte Meldung über das Campus Management System der Universität Paderborn erforderlich. Die Anmeldung kann nur erfolgen, soweit die Zulassungsvoraussetzungen erfüllt sind. Die Anmeldung erfolgt innerhalb der im Campus Management System der Universität Paderborn bekannt gegebenen Fristen.
- (4) Zum Nachweis der Prüfungsleistungen wird in einem akkumulierenden Leistungspunktesystem jede Veranstaltung nach dem voraussichtlich erforderlichen Arbeitsaufwand gewichtet. Als

durchschnittliche Arbeitsbelastung werden 1.800 Arbeitsstunden pro Studienjahr bzw. durchschnittlich 900 Arbeitsstunden pro Semester angesetzt und in 60 Leistungspunkte pro Studienjahr bzw. durchschnittlich 30 Leistungspunkte pro Semester umgerechnet.

§ 6 Module

- (1) Das Studium ist modularisiert. Module können sich aus mehreren Lehrveranstaltungen zusammensetzen, die thematisch aufeinander abgestimmt sind. Die Module haben einen Umfang von 4 bis 15 LP (außer das Modul Masterarbeit) und können in der Regel innerhalb von ein bis zwei Semestern abgeschlossen werden.
- (2) Das Studium umfasst im ersten Studienjahr Module des Pflicht- sowie des Wahlpflichtbereichs mit einem Gesamtumfang von 60 Leistungspunkten. Davon entfallen 18 Leistungspunkte auf den Pflichtbereich. Die Wahlpflichtmodule können aus einem Modulkatalog für die betreffende Modulgruppe gewählt werden. Die erste Hälfte des zweiten Studienjahres beinhaltet zwei Module zur theoretischen und methodischen Vorbereitung der Masterarbeit mit einem Umfang von jeweils 15 Leistungspunkten. Die zweite Hälfte des zweiten Studienjahres ist zur Anfertigung der Masterarbeit vorgesehen.
- (3) Die Studieninhalte sind so auszuwählen und zu begrenzen, dass das Studium in der Regelstudienzeit abgeschlossen werden kann.

§ 7 Anerkennung von Leistungen

- (1) Leistungen, die in anderen Studiengängen oder in Studiengängen an anderen staatlichen oder staatlich anerkannten Hochschulen, an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien oder in Studiengängen an ausländischen staatlichen oder staatlich anerkannten Hochschulen erbracht worden sind, werden auf Antrag anerkannt, sofern hinsichtlich der erworbenen Kompetenzen kein wesentlicher Unterschied zu den Leistungen besteht, die ersetzt werden. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung im Hinblick auf den Anerkennungszweck der Fortsetzung des Studiums und des Ablegens von Prüfungen vorzunehmen. Für die Anerkennung von Leistungen in staatlich anerkannten Fernstudien oder in vom Land Nordrhein-Westfalen im Zusammenhang mit den anderen Ländern und dem Bund entwickelten Fernstudieneinheiten gelten Satz 1 und 2 entsprechend.
- (2) Für die Anerkennung von Leistungen an ausländischen Hochschulen sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaften zu beachten. Soweit Vereinbarungen und Abkommen der Bundesrepublik Deutschland mit anderen Staaten über Gleichwertigkeiten im Hochschulbereich (Äquivalenzabkommen) Studierende ausländischer Staaten abweichend von Absatz 1 begünstigen, gehen die Regelungen der Äquivalenzabkommen vor. Im Übrigen kann bei Zweifeln über das Vorliegen oder Nichtvorliegen wesentlicher Unterschiede die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Auf der Grundlage der Anerkennung nach Absatz 1 muss der Prüfungsausschuss auf Antrag des Studierenden in ein Fachsemester einstufen.
- (4) Studienbewerber, die aufgrund einer Einstufungsprüfung gemäß § 49 Abs. 12 HG berechtigt sind, das Studium aufzunehmen, werden die in der Einstufungsprüfung nachgewiesenen Kenntnisse und Fähigkeiten auf Leistungen anerkannt. Die Feststellungen im Zeugnis über die Einstufungsprüfung sind für den Prüfungsausschuss bindend.

- (5) Auf Antrag können vom Prüfungsausschuss sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf der Grundlage vorgelegter Unterlagen anerkannt werden, wenn diese Kenntnisse und Qualifikationen den Leistungen, die sie ersetzen sollen, nach Inhalt und Niveau gleichwertig sind.
- (6) Zuständig für die Anerkennungen nach den Absätzen 1 und 5 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über das Vorliegen oder Nichtvorliegen wesentlicher Unterschiede oder über die Gleichwertigkeit sind zuständige Fachvertreter zu hören. Wird die Anerkennung versagt, so ist dies zu begründen.
- (7) Die antragstellende Person hat die für die Anerkennung erforderlichen Informationen (insbesondere die durch die Leistungen erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten und die Prüfungsergebnisse) in der vom Prüfungsausschuss festgelegten Form vorzulegen. Der Prüfungsausschuss hat über Anträge nach Absatz 1 spätestens innerhalb von zehn Wochen nach vollständiger Vorlage aller entscheidungserheblichen Informationen zu entscheiden.
- (8) Die Anerkennung wird im Zeugnis gekennzeichnet. Werden Leistungen anerkannt, sind die Noten, soweit die Bewertungssysteme vergleichbar sind, gegebenenfalls nach Umrechnung zu übernehmen und in die jeweilige Notenberechnung einzubeziehen. Ist keine Note vorhanden oder sind die Bewertungssysteme nicht vergleichbar, wird der Vermerk „bestanden“ aufgenommen.
- (9) Eine Leistung kann nur einmal anerkannt werden. Dies gilt auch für die Anerkennung sonstiger Kenntnisse und Qualifikationen.

§ 8 Prüfungsausschuss

- (1) Für die Organisation der Prüfungen an der Universität Paderborn und die durch diese Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben bildet der Fakultätsrat auf Vorschlag des Departments Physik einen Prüfungsausschuss für
 1. die Organisation der Prüfungen und die Überwachung ihrer Durchführung,
 2. die Einhaltung der Prüfungsordnung und die Beachtung der für die Durchführung der Prüfungen beschlossenen Verfahrensregelungen,
 3. die Entscheidungen über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen,
 4. die Abfassung eines jährlichen Berichts an den Fakultätsrat, 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. Dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses sind bestimmte Aufgaben durch diese Ordnung zugewiesen. Darüber hinaus kann der Prüfungsausschuss die Erledigung von Angelegenheiten, die keine grundsätzliche Bedeutung haben, auf den Vorsitzenden übertragen; dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den jährlichen Bericht. Der Vorsitzende berichtet dem Prüfungsausschuss über die von ihm allein getroffenen Entscheidungen. Der Prüfungsausschuss und der Vorsitzende des Prüfungsausschusses werden vom Zentralen Prüfungssekretariat unterstützt.

- (2) Der Prüfungsausschuss besteht aus dem Vorsitzenden, dem stellvertretenden Vorsitzenden, einem weiteren Mitglied aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer, einem Mitglied aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiter und einem studentischen Mitglied. Sowohl der Vorsitzende als auch der stellvertretende Vorsitzende müssen der Gruppe der Hochschullehrer angehören. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden nach Gruppen getrennt von ihren jeweiligen Vertretern im Fakultätsrat gewählt. Für die Mitglieder mit Ausnahme des Vorsitzenden und des stellvertretenden Vorsitzenden werden stellvertretende Mitglieder gewählt. Die Amtszeit der

Mitglieder aus der Gruppe der Hochschullehrer und aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiter beträgt drei Jahre, die Amtszeit der studentischen Mitglieder ein Jahr. Eine Wiederwahl ist zulässig. Die Regelungen zur geschlechtergerechten Zusammensetzung gemäß § 11c HG sind zu beachten.

- (3) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.
- (4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben dem Vorsitzenden oder dem stellvertretenden Vorsitzenden und einem weiteren Hochschullehrer mindestens ein weiteres stimmberechtigtes Mitglied anwesend ist. Der Prüfungsausschuss beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden. Das studentische Mitglied des Prüfungsausschusses hat bei pädagogisch-wissenschaftlichen Entscheidungen, insbesondere bei der Beurteilung und Anerkennung von Leistungen, nur beratende Stimme.
- (5) Der Prüfungsausschuss wird von dem Vorsitzenden einberufen. Die Einberufung muss erfolgen, wenn mindestens drei Mitglieder dies verlangen.
- (6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nicht öffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses, ihre Stellvertreter, die Prüfenden und die Beisitzenden unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.
- (7) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.

§ 9

Prüfende und Beisitzende

- (1) Der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestellt die Prüfenden und die Beisitzenden. Prüfende sind in der Regel alle selbstständig Lehrenden der Veranstaltungen, in denen nach Maßgabe des Curriculums und der Modulbeschreibungen Prüfungsleistungen erbracht werden können. Der Kreis der Prüfenden kann im Rahmen des Hochschulgesetzes erweitert werden. Zum Beisitzenden darf nur bestellt werden, wer die entsprechende Masterprüfung oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt hat.
- (2) Die Prüfenden sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig.
- (3) Der Kandidat kann für die Module der Forschungsphase und – wenn mehrere Prüfende zur Auswahl stehen – für die mündlichen Prüfungen in der fachlichen Vertiefungsphase Prüfende vorschlagen. Die Vorschläge des Kandidaten sollen nach Möglichkeit Berücksichtigung finden. Ein Rechtsanspruch besteht nicht.
- (4) Der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sorgt dafür, dass 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 Bekanntgabe im Campus Management System der Universität Paderborn ist ausreichend.

§ 10

Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß, Schutzvorschriften

- (1) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „mangelhaft“ (5,0) bewertet, wenn
 - der Kandidat einen Prüfungstermin ohne triftigen Grund versäumt oder
 - wenn er nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt oder
 - wenn er nach Ablauf der Abmeldefristen nach Absatz 2 ohne Angabe von triftigen Gründen von der Prüfung zurücktritt oder

- wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird.
- (2) Der Kandidat kann eine im Campus Management System der Universität Paderborn angemeldete Prüfung ohne Angabe von Gründen bis spätestens eine Woche vor dem festgesetzten Prüfungstermin über das Campus Management System abmelden. Im Fall von Praktika kann der Kandidat die Prüfung ohne Angabe von Gründen bis spätestens eine Woche vor dem ersten Versuch über das Campus Management System abmelden.
 - (3) Nach Ablauf der Frist nach Absatz 2 müssen die für das Versäumnis oder einen Rücktritt von der Prüfung geltend gemachten Gründe von dem Kandidaten gegenüber dem Prüfungsausschuss unverzüglich, spätestens aber fünf Werktage nach dem Prüfungstermin schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit des Kandidaten reicht eine spätestens vom Tag der Prüfung datierte ärztliche Bescheinigung über das Bestehen der Prüfungsunfähigkeit aus. Bestehen zureichende tatsächliche Anhaltspunkte, die eine Prüfungsfähigkeit als wahrscheinlich annehmen oder einen anderen Nachweis als sachgerecht erscheinen lassen, kann eine ärztliche Bescheinigung eines Vertrauensarztes der Universität Paderborn auf Kosten der Universität verlangt werden. Die durch ärztliche Bescheinigung belegte Erkrankung eines Kindes im Sinne des § 25 Abs. 5 des Bundesausbildungsförderungsgesetzes (BAföG) gilt als Prüfungsunfähigkeit des Kandidaten, wenn die Betreuung nicht anders gewährleistet werden konnte, insbesondere bei überwiegend alleiniger Betreuung des Kindes. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe an, wird dem Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt und ein neuer Prüfungstermin festgesetzt. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, dann teilt er dies dem Kandidaten schriftlich mit. Im Falle der Anerkennung sind die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse anzurechnen.
 - (4) Täuscht ein Kandidat oder versucht er zu täuschen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „mangelhaft“ (5,0) bewertet. Führt ein Kandidat ein nicht zugelassenes Hilfsmittel mit sich, kann die betreffende Prüfungsleistung mit „mangelhaft“ (5,0) 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.
 - (5) Ein Kandidat, 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 betreffende Prüfungsleistung als mit „mangelhaft“ (5,0) bewertet. Die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen.
 - (6) Der Kandidat kann innerhalb von 14 Tagen verlangen, dass Entscheidungen gemäß Absatz 4 oder Absatz 5 vom Prüfungsausschuss überprüft werden. Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind dem Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Vor der Entscheidung ist dem Kandidaten Gelegenheit zum rechtlichen Gehör zu geben.
 - (7) In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss den Kandidaten von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen ausschließen. Täuschungshandlungen können gemäß § 63 Abs. 5 HG außerdem mit einer Geldbuße von bis zu 50.000 € geahndet werden und zur Exmatrikulation führen.
 - (8) Außerdem regelt der Prüfungsausschuss den Nachteilsausgleich für Studierende mit Behinderung oder chronischer Erkrankung. Sind Studierende aufgrund ihrer Behinderung oder chronischen Erkrankung nicht in der Lage, Leistungen ganz oder teilweise entsprechend den vorgesehenen Modalitäten zu erbringen, soll ein Nachteilsausgleich gewährt werden. Als Nachteilsausgleich kommen insbesondere die Gewährung von organisatorischen Maßnahmen und Hilfsmitteln, die Verlängerung der Bearbeitungszeit oder die Gestattung einer anderen, gleichwertigen Leistungserbringungsform in Betracht. Die Behinderung oder chronische Erkrankung ist glaubhaft zu machen. Hierzu kann ein ärztliches Attest oder psychologisches Gutachten verlangt werden. Der Antrag soll die gewünschten Modifikationen benennen und begründen. Auf Antrag der Studierenden oder des Prüfungsausschusses im Einvernehmen mit den Studierenden kann der Beauftragte für

Studierende mit Behinderung oder chronischer Erkrankung Empfehlungen für die Gestaltung des Nachteilsausgleichs abgeben.

- (9) Der besonderen Situation von Studierenden mit Familienaufgaben beim Studium und bei der Erbringung von Leistungen wird Rechnung getragen. Dies geschieht unter anderem in folgenden Formen:
- a) Auf Antrag einer Kandidatin sind die Schutzbestimmungen gemäß §§ 3, 4, 6 und 8 des Mutterschutzgesetzes (MSchG) entsprechend zu berücksichtigen. Dem Antrag sind die erforderlichen Nachweise beizufügen. Der Prüfungsausschuss kann unter Berücksichtigung des Einzelfalls andere Leistungserbringungsformen festlegen. Die Mutterschutzfristen unterbrechen jede Frist nach dieser Prüfungsordnung; die Dauer des Mutterschutzes wird nicht in die Frist eingerechnet.
 - b) Gleichfalls sind die Fristen der Elternzeit nach Maßgabe des jeweils gültigen Bundeselterngeld- und Elternzeitgesetzes (BEEG) auf Antrag zu berücksichtigen. Der Kandidat muss bis spätestens vier Wochen vor dem Zeitpunkt, von dem ab er die Elternzeit antreten will, dem Prüfungsausschuss unter Beifügung der erforderlichen Nachweise schriftlich mitteilen, für welchen Zeitraum oder für welche Zeiträume er eine Elternzeit in Anspruch nehmen will. Der Prüfungsausschuss prüft, ob die gesetzlichen Voraussetzungen vorliegen, die bei einem Arbeitnehmer einen Anspruch auf Elternzeit nach dem Bundeselterngeld- und Elternzeitgesetz auslösen würden, und legt unter Berücksichtigung des Einzelfalls die Termine und Fristen fest. Die Abgabefrist der Masterarbeit kann höchstens auf das Doppelte der vorgesehenen Bearbeitungszeit verlängert werden. Andernfalls gilt die gestellte Arbeit als nicht vergeben und der Kandidat erhält nach Ablauf der Elternzeit ein neues Thema.
 - c) Der Prüfungsausschuss berücksichtigt auf Antrag Ausfallzeiten durch die Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 des Bundesausbildungsförderungsgesetzes und Ausfallzeiten durch die Pflege des Ehegatten, des eingetragenen Lebenspartners, des Partners einer eheähnlichen Gemeinschaft oder eines in gerader Linie Verwandten oder ersten Grades Verschwägerten und legt unter Berücksichtigung des Einzelfalls die Fristen und Termine fest. Im Übrigen gelten die Sätze 4 und 5 von Buchstabe b) entsprechend.

II. Masterprüfung

§ 11

Art und Umfang der Masterprüfung

- (1) Die Masterprüfung besteht aus den folgenden studienbegleitenden Modulprüfungen:
- a. zwei Wahlpflichtmodule aus der Modulgruppe *Experimentelle Physik* mit jeweils 6 Leistungspunkten,
 - b. Pflichtmodul *Quantenmechanik II* mit 8 Leistungspunkten,
 - c. zwei Wahlpflichtmodule aus der Modulgruppe *Theoretische Physik* mit jeweils 6 Leistungspunkten,
 - d. drei Wahlpflichtmodule aus der Modulgruppe *Schwerpunktbildung* mit jeweils 6 Leistungspunkten,
 - e. Pflichtmodul *Hauptseminar* mit 4 Leistungspunkten,
 - f. Pflichtmodul *Technisches Englisch II* mit 6 Leistungspunkten,
 - g. Pflichtmodule *Vorbereitung der Masterarbeit: Theorie* und *Vorbereitung der Masterarbeit: Methodik* mit jeweils 15 Leistungspunkten,
 - h. Modul *Masterarbeit* mit 30 Leistungspunkten.

- (2) Die Modulbeschreibungen der Pflicht- und Wahlpflichtmodule liegen der Prüfungsordnung im Anhang bei.

§ 12 Zulassung

- (1) Zu Prüfungen im Masterstudiengang Physik kann nur zugelassen werden, wer an der Universität Paderborn für den Masterstudiengang Physik eingeschrieben oder gemäß § 52 HG als Zweithörer zugelassen ist. Auch während der Prüfungen müssen diese Erfordernisse gegeben sein.
- (2) Nach Maßgabe verfügbarer Kapazitäten und auf Antrag beim Prüfungsausschuss können über Absatz 1 hinaus Studierende des Bachelorstudiengangs Physik, die in ihrem Bachelorstudiengang mindestens 152 abschlussrelevante Leistungspunkte erworben haben und voraussichtlich die Zugangsvoraussetzungen für den Masterstudiengang erfüllen werden, für ein Semester zu Modulen des Masterstudiengangs im Umfang von maximal 30 Leistungspunkten zugelassen werden. Von der Regelung kann nur einmalig Gebrauch gemacht werden. Eine Wiederholung einer nichtbestandenem vorgezogenen Masterprüfung ist erst nach der Einschreibung in den Masterstudiengang möglich. Studierende haben keinen Anspruch darauf, zu einem späteren Zeitpunkt Zugang zum Masterstudiengang Physik zu erhalten.
- (3) Zur Forschungsphase kann nur zugelassen werden, wer das Modul *Quantenmechanik II* erfolgreich abgeschlossen, mindestens 48 LP erreicht und im Falle der Einschreibung unter Auflagen gemäß § 4 das Bestehen der zugehörigen Prüfungen nachgewiesen hat.
- (4) Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer die Module „Vorbereitung der Masterarbeit: Theorie“ und „Vorbereitung der Masterarbeit: Methodik“ der Forschungsphase erfolgreich abgeschlossen hat.
- (5) Die Meldung zur Forschungsphase ist schriftlich über das Zentrale Prüfungssekretariat an die bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Der Meldung ist der Nachweis über das Vorliegen der in Absatz 1 und 3 genannten Zulassungsvoraussetzungen beizufügen.
- (6) Die Meldung zur Masterarbeit ist schriftlich über das Zentrale Prüfungssekretariat an die bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Der Meldung ist der Nachweis über das Vorliegen der in Absatz 1 und 4 genannten Zulassungsvoraussetzungen beizufügen.
- (7) Die Zulassung zur Masterarbeit ist abzulehnen, wenn die in Absatz 4 und 6 genannten Voraussetzungen nicht erfüllt sind.
- (8) Weitere Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen können in den Modulbeschreibungen geregelt werden.

§ 13 Abschluss eines Moduls

- (1) Jedes Modul des Masterstudiengangs wird durch eine Modulprüfung abgeschlossen. Die Modulprüfung findet im zeitlichen Zusammenhang mit dem Modul statt. Eine Modulprüfung besteht in der Regel aus einer Prüfung am Ende des Moduls (Modulabschlussprüfung). Die Modulprüfung kann aber auch im Verlauf des Moduls (insbesondere im zeitlichen Zusammenhang mit einer Lehrveranstaltung) erfolgen oder aus mehreren Teilprüfungen (Modulteilprüfungen) bestehen. Besteht die Modulprüfung aus mehreren Teilprüfungen, so muss jede Modulteilprüfung bestanden werden. Die Modulnote entspricht der in der Modulprüfung erreichten Note.
- (2) Leistungspunkte können nur erworben werden, wenn das Modul erfolgreich abgeschlossen worden ist. Ein Modul ist erfolgreich abgeschlossen, wenn die Modulabschlussprüfung bzw. alle Modulteilprüfungen mit mindestens „ausreichend“ bewertet wurden.

§ 14

Formen der Prüfungsleistungserbringung in den Modulen und qualifizierte Teilnahme

(1) Prüfungsleistungen können in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, schriftlichen Hausarbeiten mit anschließender Präsentation oder in anderen Formen erbracht werden. Die genaue Zuordnung der einzelnen Prüfungsleistungen geht aus den Modulbeschreibungen im Anhang hervor. Die Bewertung ist den Studierenden außer bei mündlichen Prüfungen in der Regel spätestens sechs Wochen nach Leistungserbringung im Campus Management System der Universität Paderborn bekannt zu geben.

(2) Als Prüfungsleistungen werden unterschieden:

a) Klausuren

In den Klausuren soll der Kandidat nachweisen, dass er in einer vorgegebenen Zeit mit den vom Prüfenden zugelassenen Hilfsmitteln Probleme seines Faches erkennen und mit geläufigen Methoden lösen kann.

Klausuren werden in der Regel von einem Prüfenden bewertet. Im Fall der letzten Wiederholungsprüfung erfolgt die Bewertung durch zwei Prüfende.

Die Dauer einer Klausur ist den Modulbeschreibungen zu entnehmen. Schriftliche Prüfungen nach dem Multiple-Choice-System sind ausgeschlossen. Über Hilfsmittel, die bei einer Klausur benutzt werden dürfen, entscheidet der Prüfende. Eine Liste der zugelassenen Hilfsmittel ist gleichzeitig mit der Ankündigung des Prüfungstermins bekannt zu geben.

b) Mündliche Prüfungen

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

Mündliche Prüfungen werden vor zwei Prüfenden (Kollegialprüfung) oder vor einem Prüfenden in Gegenwart eines sachkundigen Beisitzenden als Gruppenprüfungen oder als Einzelprüfungen abgelegt. Die gleichzeitige Prüfung von bis zu vier Kandidaten ist zulässig. Vor der Festsetzung der Note hört der Prüfende die anderen an einer Kollegialprüfung mitwirkenden Prüfer oder den Beisitzer in Abwesenheit des Kandidaten. Im Fall der letzten Wiederholungsprüfung erfolgt die Bewertung durch zwei Prüfende.

Die Dauer der mündlichen Prüfungen ist den Modulbeschreibungen zu entnehmen. Bei Gruppenprüfungen verlängert sich die Gesamtprüfungsdauer entsprechend.

Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung durch die Prüfenden 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 ein Kandidat widerspricht. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses an den Kandidaten.

c) Schriftliche Hausarbeiten mit anschließender Präsentation

Schriftliche Hausarbeiten sind schriftliche Ausarbeitungen über ein selbstständig erarbeitetes Thema im thematischen Umfeld einer Lehrveranstaltung. Das Thema der schriftlichen Hausarbeit wird in einem mündlichen Vortrag und anschließender Diskussion vorgestellt. Der Umfang der schriftlichen Hausarbeit und die Dauer der Präsentation sind den Modulbeschreibungen zu entnehmen.

d) Referate

Referate sind mündliche Präsentation über ein selbstständig erarbeitetes Thema im thematischen Umfeld einer Lehrveranstaltung. Dabei sollen die Studierenden nachweisen, dass sie zur Recherche und wissenschaftlichen Ausarbeitung eines vorgegebenen Themas in der Lage sind und die Ergebnisse vermitteln können. Das Thema wird mit dem Lehrenden abgesprochen. Der zeitliche Umfang ist den Modulbeschreibungen zu entnehmen.

e) Prüfungsleistung bei Praktika

Im Fall von Praktika besteht die Prüfung aus einer vorgegebenen Anzahl von Versuchen aus einem inhaltlich gegliederten Katalog von Versuchen. Ein Versuch umfasst die Vorbereitung (inklusive Literaturrecherchen), die Durchführung (inklusive Reflexionen zu Kommentaren der Betreuer), die schriftliche Ausarbeitung (Praktikumsbericht inklusive Literaturrecherchen), die Präsentation und ein Gespräch über die schriftliche Ausarbeitung. Es wird eine Note für die Gesamtheit der schriftlichen Ausarbeitungen (einschließlich der Präsentationen und Gespräche) der Versuche vergeben.

In den Praktika sollen 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 die Versuche in der Regel in Kleingruppen von zwei bis vier Studierenden gemeinsam durchgeführt. Es besteht eine verpflichtende Teilnahme an den Praktikumstagen.

Vor Beginn des jeweiligen Versuches überzeugt sich der Betreuende, 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 von dem Betreuenden abgezeichnet.

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

Mängel in der Auswertung und Darstellung können innerhalb einer weiteren Woche noch nachgebessert werden.

- (3) Eine qualifizierte Teilnahme liegt vor, wenn die erbrachten Leistungen erkennen lassen, dass eine mehr als nur oberflächliche Beschäftigung mit den Gegenständen, die einer Aufgabenstellung zugrunde lagen, stattgefunden hat.

§ 15

Prüfungsleistung in den Modulen

- (1) In den Modulen des Masterstudiengangs Physik werden Prüfungsleistungen nach Maßgabe der Modulbeschreibungen erbracht. Die Noten der Modulprüfungen gehen in die Abschlussnote der Masterprüfung ein. Sie werden entsprechend den erworbenen Leistungspunkten gewichtet.
- (2) Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben zu Form und/oder Dauer/Umfang von Prüfungsleistungen enthalten sind, setzt der Prüfungsausschuss im Benehmen mit dem Prüfenden fest, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist. In allen Lehrveranstaltungen wird spätestens in der dritten Woche nach Vorlesungsbeginn von den jeweiligen Lehrenden bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistungen erbracht werden können. Dies gilt entsprechend für den Nachweis der qualifizierten Teilnahme. Die Prüfungsleistungen beziehen sich jeweils auf die Inhalte und Kompetenzen der zugehörigen Lehrveranstaltungen.
- (3) Für Studierende, die in einem Studienabschnitt mit dem Ablegen ihrer Modulprüfungen mehr als ein Semester zurückbleiben, wird die Teilnahme an einem Beratungsgespräch dringend empfohlen.

§ 16 Bewertung von Leistungen in den Modulen

- (1) Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen werden von den jeweiligen Prüfenden festgelegt. 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 den 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. |
- (2) 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.
- (3) Setzt sich eine Modulnote aus mehreren Noten zusammen, so ist gewichtet nach dem Workload der zugehörigen Lehrveranstaltung das arithmetische Mittel zu bilden. Das Ergebnis ist nach der ersten Dezimalstelle hinter dem Komma abzuschneiden. 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. |
- (4) 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 3 entsprechend.
- (5) Qualifizierte Teilnahmen sind nachzuweisen.

§ 17 Forschungsphase

Die Forschungsphase dient dem Erwerb forschungsbezogener Kompetenz am Beispiel eines konkreten Forschungsprojektes. Der Studierende soll zeigen, dass er in der Lage ist, eine Forschungsaufgabe aus dem Bereich der 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 von insgesamt 60 Leistungspunkten und gliedert sich in drei Module:

- Ein theoretisches Vorbereitungsmodul (15 LP): In diesem Modul werden die für das Projekt notwendigen Spezialkenntnisse durch selbstständiges Literaturstudium und/oder den Besuch geeigneter Lehrveranstaltungen erworben.
- Ein methodisches Vorbereitungsmodul (15 LP): Dieses Modul dient dem Erwerb experimentell-praktischer oder theoretisch-mathematischer Fertigkeiten, die zur Bearbeitung des Forschungsthemas benötigt werden.
- Anfertigung der Masterarbeit und mündliche Verteidigung mit anschließendem Prüfgespräch (zusammen 30 LP): Dieses Modul beinhaltet die Durchführung, die schriftliche Dokumentation und die öffentliche Vorstellung des bearbeiteten Projekts.

§ 18 **Masterarbeit**

- (1) Die Masterarbeit ist eine Prüfungsarbeit, mit der der Masterstudiengang abgeschlossen wird. Sie stellt den dritten Teil der Forschungsphase dar und findet unmittelbar im Anschluss an die beiden Vorbereitungsmodulare der Forschungsphase statt.
- (2) Das Thema für die Masterarbeit kann von Professoren, Juniorprofessoren, und Privat- sowie Hochschuldozenten, habilitierten akademischen Mitarbeitern, habilitierten Assistenten sowie Nachwuchsgruppenleitern ausgegeben und betreut werden, sofern diese an der Universität Paderborn im Fach Physik in Forschung und Lehre tätig sind. Die Masterarbeit kann auch außerhalb der Universität Paderborn durchgeführt werden, wenn das Thema von dem in Satz 1 genannten Personenkreis ausgegeben und betreut wird. Hochschullehrer oder die nach § 65 Abs. 1 HG Prüfungsberechtigten mit Habilitation, die an der Universität Paderborn außerhalb des Fachs Physik in Forschung und Lehre tätig sind, können ebenfalls Themen für die Masterarbeit ausgeben und betreuen. Der Themensteller bzw. der Betreuende wird von dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bestellt.
- (3) Für die Wahl des Themenstellers sowie für die Themenstellung hat der Kandidat ein Vorschlagsrecht. Dies begründet keinen Rechtsanspruch.
- (4) Der Kandidat bemüht sich selbst um ein Thema für die Masterarbeit. Auf Antrag sorgt der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass der Kandidat rechtzeitig ein Thema für die Masterarbeit erhält. Der Zeitpunkt der Ausgabe ist beim Zentralen Prüfungssekretariat aktenkundig zu machen.
- (5) Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt fünf Monate. Thema, Aufgabenstellung und Umfang der Masterarbeit sind so einzugrenzen, dass die Bearbeitung im Rahmen des vorgesehenen Workloads von ca. 750 Stunden möglich ist. Im Einzelfall kann der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag des Kandidaten die Bearbeitungszeit der Masterarbeit ausnahmsweise um bis zu acht Wochen verlängern, wenn die Gründe hierfür mit dem Thema der Arbeit zusammenhängen und die bzw. der nach Absatz 2 zuständige Betreuende dies befürwortet.
- (6) Bei Erkrankung innerhalb der Bearbeitungszeit kann auf Antrag des Kandidaten die Frist für die Abgabe der Masterarbeit um höchstens vier Wochen verlängert werden. Dazu ist die unverzügliche Vorlage eines ärztlichen Attestes erforderlich. Es reicht eine ärztliche Bescheinigung über das Bestehen der Prüfungsunfähigkeit aus. Bestehen zureichende tatsächliche Anhaltspunkte, die eine Prüfungsfähigkeit als wahrscheinlich annehmen oder einen anderen Nachweis als sachgerecht erscheinen lassen, kann eine ärztliche Bescheinigung eines Vertrauensarztes der Universität Paderborn auf Kosten der Universität verlangt werden. Gibt der Prüfungsausschuss dem Antrag statt, wird dies dem Kandidaten schriftlich mitgeteilt. Die Verlängerung entspricht der Krankheitszeit; sie zieht keine Verlängerung der Regelstudienzeit nach sich. Überschreitet die Dauer der Erkrankung vier Wochen, so kann der Kandidat nach Wahl die Arbeit innerhalb der um vier Wochen verlängerten Frist beenden oder ein neues Thema beantragen. Lehnt der Prüfungsausschuss den Antrag ab, wird dies dem Kandidaten ebenfalls schriftlich mitgeteilt.
- (7) Das Thema für die Masterarbeit kann nur einmal und nur innerhalb der ersten vier Wochen nach der Bekanntgabe zurückgegeben werden.
- (8) Bei der Abgabe der Masterarbeit hat der Kandidat 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 möglichst Kürze anzustreben ist. Der Umfang der Arbeit sollte zwischen 40 und 80 Seiten liegen.
- (9) Die Masterarbeit darf nicht, auch nicht auszugsweise, für eine andere Prüfung in demselben Studiengang oder in einem anderen Studiengang angefertigt worden sein.

§ 19

Annahme und Bewertung der Masterarbeit

- (1) Die Masterarbeit ist fristgemäß beim Zentralen Prüfungssekretariat in zweifacher Ausfertigung abzugeben; 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.
- (2) Die Masterarbeit ist von zwei Prüfenden zu begutachten und zu bewerten. Mindestens einer von ihnen soll das Fach Physik lehren. Nur einer der Prüfenden kann Nachwuchsgruppenleiter sein. Ein Prüfender soll der Betreuende sein, der zweite Prüfende wird von dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses aus dem in § 18 Absatz 2 Satz 1 und 3 genannten Personenkreis bestimmt.
Die einzelne Bewertung ist entsprechend § 16 vorzunehmen und schriftlich zu begründen. Die Note für die Arbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gemäß § 16 gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 2,0 beträgt und die Noten der Einzelbewertungen jeweils mindestens „ausreichend“ sind. Beträgt die Differenz mehr als 2,0 oder lautet eine Bewertung „mangelhaft“, die andere aber „ausreichend“ oder besser, wird von dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses ein dritter Prüfer zur Bewertung der Masterarbeit bestimmt. In diesem Fall wird die Note der Arbeit aus dem arithmetischen Mittel der drei Noten gebildet. Die Arbeit kann jedoch nur dann als „ausreichend“ oder besser bewertet werden, wenn mindestens zwei Noten „ausreichend“ oder besser sind. Ansonsten gilt die Masterarbeit als nicht bestanden.
- (3) Die Bewertung der Masterarbeit ist den Studierenden jeweils spätestens vier Wochen nach Abgabe im Campus Management System der Universität Paderborn bekannt zu geben.

§ 20

Mündliche Verteidigung der Masterarbeit

- (1) Spätestens sechs Wochen nach Abgabe der Arbeit findet eine mündliche Verteidigung der Masterarbeit mit anschließendem Prüfgespräch über das Thema der schriftlichen Masterarbeit und deren Ergebnisse statt (in den übrigen Paragraphen der Ordnung insgesamt mündliche Verteidigung genannt). Die mündliche Verteidigung einschließlich des Prüfgesprächs dauert mindestens 45 Minuten und höchstens 60 Minuten.
- (2) Bei der mündlichen Verteidigung der Masterarbeit soll der Kandidat diese in ihren thematischen Schwerpunkten und Ergebnissen kurz vorstellen und erläutern. In dem anschließenden Prüfgespräch soll der Kandidat ein grundlegendes Verständnis relevanter physikalischer Zusammenhänge im direkten Bezug auf die angefertigte Arbeit sowie im engen inhaltlichen Umfeld der angefertigten Arbeit nachweisen.
- (3) Die mündliche Verteidigung der Masterarbeit einschließlich des Prüfgesprächs wird von zwei Prüfenden abgenommen, die in der Regel mit den Gutachtern der Masterarbeit nach § 19 Absatz 2 identisch sind. Bei voneinander abweichenden Noten wird die Note aus dem arithmetischen Mittel beider Einzelnoten gebildet. Die mündliche Verteidigung und das Prüfgespräch werden zusammen benotet.
- (4) Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Verteidigung einschließlich des Prüfgesprächs sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis ist dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Verteidigung durch die Prüfenden bekannt zu geben.

§ 21 Zusatzmodule

Über die im Studiengang geforderten Leistungen hinaus können Studierende zusätzlich zu den im Rahmen der Masterprüfung zu erbringenden Leistungen weitere Module (Zusatzmodule) absolvieren. Die in Zusatzmodulen erreichten Modulnoten werden im Transcript of Records aufgeführt, es sei denn, der Studierende beantragt deren Nichtaufführung. Sie werden bei der Gesamtnotenbildung im Rahmen der Masterprüfung nicht berücksichtigt. Die Zusatzmodule sind als solche bei der Meldung zu kennzeichnen.

§ 22 Wiederholung von Leistungen

- (1) Eine bestandene Modulabschlussprüfung oder Modulteilprüfung kann weder wiederholt noch nachgebessert werden.
- (2) Eine nicht bestandene Prüfung zu einem Pflicht- oder Wahlpflichtmodul in der fachlichen Vertiefungsphase kann dreimal wiederholt werden.
- (3) Ein Modul ist endgültig nicht bestanden, wenn die Modulabschlussprüfung oder eine Modulteilprüfung nicht mehr wiederholt werden kann.
- (4) Mit der Meldung zu einer Prüfung in einem Wahlpflichtmodul in der fachlichen Vertiefungsphase gilt dieses als gewählt. Der Austausch auch von endgültig nicht bestandenen Wahlpflichtmodulen ist möglich. Er muss schriftlich beim Zentralen Prüfungssekretariat beantragt werden. Die Anzahl der Austauschmöglichkeiten ist in jedem Wahlpflichtbereich auf die Anzahl der zu wählenden Module begrenzt. Bereits bestandene Module können nicht ausgetauscht werden.
- (5) Ein Vorbereitungsmodul der Forschungsphase kann bei mit der Note „mangelhaft“ bewerteter Leistung zweimal wiederholt werden. Die Gesamtzahl der Wiederholungsmöglichkeiten von Vorbereitungsmodulen ist auf zwei begrenzt.
- (6) Die Masterarbeit kann bei mit der Note „mangelhaft“ bewerteter Leistung einmal wiederholt werden. Dabei ist ein neues Thema zu stellen. Bei der Wiederholung der Masterarbeit ist eine Rückgabe des Themas in der in § 18 Absatz 7 genannten Frist nur zulässig, wenn von der Rückgabemöglichkeit beim ersten Versuch kein Gebrauch gemacht wurde.
- (7) Die Masterarbeit und die mündliche Verteidigung sollen im direkt anschließenden Fachsemester wiederholt werden.
- (8) Die mündliche Verteidigung kann bei mit der Note „mangelhaft“ bewerteter Leistung einmal wiederholt werden. Der Prüfungsausschuss setzt in diesem Fall im Benehmen mit dem Kandidaten den Termin für die Wiederholung fest. Diese soll im Verlauf der folgenden acht Wochen erfolgen. Über begründete Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.
- (9) Ist die mündliche Verteidigung der Masterarbeit endgültig nicht bestanden, so gilt die Masterarbeit ebenfalls als nicht bestanden. In diesem Fall kommt Absatz 6 zur Anwendung.

§ 23 Bewertung der Masterprüfung und Bildung der Gesamtnote

- (1) Die Masterprüfung ist bestanden, wenn alle Modulprüfungen und die Masterarbeit sowie die mündliche Verteidigung mit mindestens „ausreichend“ (4,0) bewertet sind. Die Voraussetzungen für den erfolgreichen Abschluss des Studiums ergeben sich aus § 24.
- (2) Die Gesamtnote wird gebildet, indem alle Modulnoten sowie die Gesamtnote der Masterarbeit nach Leistungspunkten gewichtet werden und daraus das arithmetische Mittel gebildet wird. Bei der Berechnung des Ergebnisses wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt, alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen. Die Note lautet

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

- (3) Anstelle der Gesamtnote „sehr gut“ wird das Gesamturteil „mit Auszeichnung bestanden“ erteilt, wenn die Gesamtnote der Masterarbeit 1,0 lautet und das entsprechend Absatz 2 gewichtete Mittel der übrigen Prüfungsleistungen nicht schlechter als 1,3 ist.

§ 24

Erfolgreicher Abschluss des Studiums, endgültiges Nichtbestehen

- (1) Das Studium ist erfolgreich absolviert, wenn die Masterprüfung bestanden ist und alle Module erfolgreich abgeschlossen sind. Die Masterprüfung ist bestanden, wenn alle Modulprüfungen sowie die Masterarbeit und die mündliche Verteidigung mit mindestens „ausreichend“ (4,0) bewertet sind.
- (2) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn
 1. ein Modul endgültig nicht bestanden ist und kein Austausch gemäß § 22 Absatz 4 mehr möglich ist oder
 2. die Masterarbeit nicht mehr wiederholt werden kann.
- (3) Der Bescheid über eine endgültig nicht bestandene Masterprüfung wird dem Kandidaten durch den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses in schriftlicher Form erteilt. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (4) Hat der Kandidat die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, wird ihm auf Antrag ein Leistungszeugnis ausgestellt, das die erbrachten Leistungen und gegebenenfalls die erworbenen Leistungspunkte (LP) enthält und das erkennen lässt, dass die Masterprüfung endgültig nicht bestanden ist.
- (5) Studierenden, welche die Hochschule aus anderen Gründen ohne Studienabschluss verlassen, ist nach der Exmatrikulation auf Antrag ein Leistungszeugnis auszustellen, das die erbrachten Leistungen und gegebenenfalls die erworbenen Leistungspunkte (LP) enthält.

§ 25

Zeugnis, Transcript of Records, Diploma Supplement

- (1) Hat der Kandidat das Studium erfolgreich absolviert, erhält 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 dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen.
- (2) Ferner erhält 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 (LP) 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. Das Diploma Supplement enthält die wesentlichen, dem Abschluss zugrunde liegenden Studieninhalte, den Studienverlauf, die mit dem Abschluss erworbenen Kompetenzen sowie die verleihende Hochschule.

§ 26

Masterurkunde

- (1) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird dem Kandidaten eine Masterurkunde mit dem Ausfertigungsdatum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Mastergrades gemäß § 2 beurkundet.
- (2) Die Masterurkunde wird vom Dekan der Fakultät für Naturwissenschaft und dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet und mit dem Siegel der Universität Paderborn versehen.
- (3) Der Masterurkunde wird eine englischsprachige Übersetzung beigelegt.

§ 27

Einsicht in die Prüfungsakten

- (1) Dem Kandidaten kann die Möglichkeit gegeben werden, nach Bekanntgabe der Noten Einsicht in seine schriftlichen Prüfungsleistungen und die darauf bezogenen Bewertungen der Prüfenden zu nehmen. Der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme; er kann diese Aufgaben an die Prüfenden delegieren. Ort und Zeit der Einsichtnahme sind während der Prüfung, spätestens mit Bekanntgabe der Note bekannt zu geben.
- (2) Sofern Absatz 1 nicht angewendet wird, wird dem Kandidaten auf Antrag bis spätestens einen Monat nach Bekanntgabe der Ergebnisse der jeweiligen Prüfungen Einsicht in seine schriftlichen Prüfungsleistungen, die darauf bezogenen Bewertungen der Prüfenden und in die Prüfungsprotokolle gewährt. Innerhalb eines Jahres nach Aushändigung des Zeugnisses wird der dem Kandidaten auf Antrag in angemessener Frist Einsicht in die Masterarbeit, die darauf bezogenen Gutachten der Prüfer und in die Prüfungsprotokolle gewährt. Der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme; er kann diese Aufgaben an die Prüfenden delegieren.

III. Schlussbestimmungen

§ 28

Ungültigkeit der Masterprüfung

- (1) Hat 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 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 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 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 bzw. 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, sind der Mastergrad abzuerkennen und die Masterurkunde einzuziehen. Eine Aberkennung des Mastergrades ist nur innerhalb von fünf Jahren seit dem Zeitpunkt der Gradverleihung zulässig.

§ 29

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-Drittel-Mehrheit seiner Mitglieder. Die Aberkennung ist nur innerhalb von fünf Jahren seit dem Zeitpunkt der Gradverleihung zulässig.

§ 30

Übergangsbestimmungen

- (1) Diese Prüfungsordnung gilt für alle Studierenden, die erstmalig ab dem Wintersemester 2017/2018 für den Masterstudiengang Physik der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn eingeschrieben werden.
- (2) Studierende, die vor dem Wintersemester 2017/2018 an der Universität Paderborn für den Masterstudiengang Physik eingeschrieben worden sind, können ihre Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen letztmalig im Wintersemester 2020/2021 nach der Prüfungsordnung vom 28. Juni 2012 (AM.Uni.Pb. 27.12), zuletzt geändert durch Satzung vom 30. Oktober 2015 (AM.Uni.Pb. 81.15), ablegen. Ab dem Sommersemester 2021 wird die Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen nach dieser Prüfungsordnung abgelegt.
- (3) Auf Antrag können Studierende in diese Prüfungsordnung wechseln. Der Wechsel ist unwiderruflich.

§ 31

Inkrafttreten und Veröffentlichung

- (1) Diese Prüfungsordnung tritt am 1. Oktober 2017 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn vom 28. Juni 2012 (AM.Uni.Pb. 27.12), zuletzt geändert durch Satzung vom 30. Oktober 2015 (AM.Uni.Pb. 81.15), außer Kraft. § 30 bleibt unberührt.
- (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 17.05.2017 und nach Prüfung der Rechtmäßigkeit durch das Präsidium der Universität Paderborn vom 24.05.2017.

Anhang: Studienverlaufsplan und Modulbeschreibungen

Studienverlaufsplan

Semester	Modulgruppe	Modul	Workload (h)	Gesamt (h)
1. Semester	Experimentelle Physik	Wahlpflichtmodul	180	930
	Quantenmechanik II	Quantenmechanik II	240	
	Schwerpunktbildung	Wahlpflichtmodul	180	
	Schwerpunktbildung	Wahlpflichtmodul	180	
	Hauptseminar	Hauptseminar	60	
	Technisches Englisch II	English Oral Skills	90	
2. Semester	Experimentelle Physik	Wahlpflichtmodul	180	870
	Theoretische Physik	Wahlpflichtmodul	180	
	Theoretische Physik	Wahlpflichtmodul	180	
	Schwerpunktbildung	Wahlpflichtmodul	180	
	Hauptseminar	Hauptseminar	60	
	Technisches Englisch II	Introduction to Academic Writing for MINT Students oder English for Profession and Study Abroad	90	
3. Semester	Vorbereitungsmodul	Theorie	450	900
	Vorbereitungsmodul	Methodik	450	
4. Semester	Masterarbeit	Masterarbeit	750	900
		Mündliche Verteidigung	150	
				3.600

Der Studienverlaufsplan gilt als Empfehlung und Orientierung und kann individuell anders zusammengestellt werden. Zu beachten sind dabei die Voraussetzungen zur Belegung bestimmter Module nach den Modulbeschreibungen.

Modulübersicht Master

Modulgruppe Experimentelle Physik	SWS	Leistungspunkte
Nichtlineare Optik	V 2; Ü 2	6
Physik und Technologie von Nanomaterialien	V 2; Ü 2	6
Quantenoptik	V 2; Ü 2	6
Physikalisches Projektpraktikum	P 4	6
Modul Quantenmechanik II	SWS	Leistungspunkte
Quantenmechanik II	V 4; Ü 2	8
Modulgruppe Theoretische Physik	SWS	Leistungspunkte
Gruppentheorie	V 2; Ü 2	6
Optik in Festkörpern und Nanostrukturen	V 2; Ü 2	6
Quanteninformationstheorie	V 2; Ü 2	6
Relativistische Quantenfeldtheorie	V 2; Ü 2	6
Relativitätstheorie	V 2; Ü 2	6
Theoretische Quantenoptik	V 2; Ü 2	6
Vielteilchentheorie der Festkörper	V 2; Ü 2	6
Modulgruppe Schwerpunktbildung	SWS	Leistungspunkte
Atomistic Materials Modeling	V 2; Ü 2	6
Computational Optoelectronics and Photonics I	V 2; Ü 2	6
Computational Optoelectronics and Photonics II	V 2; Ü 2	6
Computational Spectroscopy	V 2; Ü 2	6
Halbleiterepitaxie	V 2; Ü 2	6
Integrierte Optik und Photonik	V 2; Ü 2	6
Ionenstrahlanalyse	V 1; P 2; S 1	6
Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen	V 2; Ü 2	6
Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Elektrische Eigenschaften	V 2; Ü 2	6
Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Optische Eigenschaften	V 2; Ü 2	6
Optoelektronische Halbleiterbauelemente	V 2; Ü 2	6
Photonische Nanostrukturen	V 2; Ü 2	6
Quantenelektronik	V 2; Ü 2	6

Quantenkommunikation und Quanteninformationsverarbeitung	V 2; Ü 2	6
Spintronik	V 2; Ü 2	6
Modul Hauptseminar	SWS	Leistungspunkte
Hauptseminar	S 2	4
Hauptseminar	S 2	
Modul Technisches Englisch II	SWS	Leistungspunkte
English Oral Skills	Ü 2	
Introduction to Academic Writing <i>oder</i> English for Profession and Study Abroad	Ü 2	6
Module der Forschungsphase	Bearbeitungszeit	Leistungspunkte
Vorbereitung der Masterarbeit: Theorie		15
Vorbereitung der Masterarbeit: Methodik	6 Monate	15
Masterarbeit	5 Monate	30
Mündliche Verteidigung		

Modulbeschreibungen

Nichtlineare Optik						
Nonlinear Optics						
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
Experimentelle Physik	180	6	2.	Sommersemester	1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a) Nichtlineare Optik	V	30	60	WP	bis zu 240
	b) Nichtlineare Optik	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Nichtlineare optische Suszeptibilität (Beschreibung nichtlinear-optischer Prozesse, formale Definition und Eigenschaften der nichtlinearen Suszeptibilität) • Wellenoptische Beschreibung nichtlinearer Wechselwirkungen (Wellengleichung für nichtlinear-optische Medien, Phasenanpassung, Manley-Rowe-Beziehung, SHG und SFG, nichtlineare Optik an Grenzflächen) • Intensitätsabhängiger Brechungsindex (Halbleiter-Nichtlinearitäten, Pulsausbreitung und Solitonen, optische Phasenkongugation, optische Bistabilität) • Elektrooptischer und photorefraktiver Effekt (elektrooptischer Effekt, elektrooptische Modulatoren, photorefraktiver Effekt) 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der nichtlinearen Optik korrekt und fundiert auf Problemstellungen der Physik anzuwenden und selbständig zu bearbeiten. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können Fragestellungen aus dem Bereich der nichtlinearen Optik erkennen, analysieren und gegenüber der linearen Optik abgrenzen, • können zur Lösung von nichtlinearen Wellengleichungen Näherungen anwenden, • können eigenständig Problemstellungen der nichtlinearen Optik erkennen und entsprechend angebrachte Lösungsstrategien bei Standardproblemen, die nichtlineare Effekte beinhalten, entwickeln, • sind in der Lage, einfache Abstraktionen von komplexeren Problemstellungen beim Umgang mit der nichtlinearen Optik anzuwenden und diese auf Näherungen zur Lösung der Problemstellung zu übertragen, • besitzen die Fähigkeit, komplexere physikalische Zusammenhänge aus dem Bereich der nichtlinearen Optik selbständig zu beurteilen und unter Anwendung des erworbenen Wissens numerische oder analytische Lösungsansätze in Bezug auf ihre Näherungen zu bewerten, • können sich selbstständig mit aktueller englischsprachiger Fachliteratur zur Thematik der nichtlinearen Optik beschäftigen. 					

6	Prüfungsleistung:		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	Gewichtung für die Modulnote 100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Zentgraf, Prof. Dr. Christine Silberhorn		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Physik und Technologie von Nanomaterialien						
Physics and Technology of Nanomaterials						
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
Experimentelle Physik	180	6	1.	Jedes Wintersemester	1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	Physik und Technologie von Nanomaterialien	V	30	60	WP	bis zu 240
b)	Physik und Technologie von Nanomaterialien	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische und kristallographische Grundlagen von Nanomaterialien • Herstellung dünner Schichten aus der flüssigen Phase und dem Vakuum • Strukturierung und Modifikation dünner Schichten mittels thermischer, nasschemischer, ionenstrahlgestützter und plasmabasierter Verfahren • Laterale Strukturierung dünner Schichten und Oberflächen mittels konventioneller und moderner Lithographieverfahren • Herstellung, Prozessierung und Anwendung ein-, zwei- und dreidimensionaler Nanoobjekte (Nanodrähte und -röhrchen, Graphen und verwandte Materialien, Nanocluster, Core-Shell-Strukturen) 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, technologische Konzepte zur Herstellung nanostrukturierter Materialien und Oberflächen zu erarbeiten und deren Erfolgsaussichten abzuschätzen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die besonderen Eigenschaften, die Materialien durch Nanostrukturierung bekommen, • kennen unterschiedliche grundlegende Konzepte und Verfahren zur Herstellung von Strukturen, die in einer, zwei oder drei Dimensionen nanoskalige Abmessungen haben, • verstehen die physikalischen Hintergründe dieser Verfahren auf atomistischer oder molekularer Basis, • können die qualitativen bzw. quantitativen Modelle, die solche Verfahren beschreiben, anwenden, • haben die Fähigkeit, die erlernten Methoden auf neue Fragestellungen und Materialsysteme disziplinübergreifend anzuwenden und in unterschiedlichen Weisen miteinander zu kombinieren, • sind in der Lage, sich zusätzliche Technologien der Nanostrukturherstellung durch Studium der Fachliteratur und aus Internetquellen selbstständig zu erarbeiten und reflektiert zu präsentieren. 					
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)					

	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.				
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
				keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics sowie im Masterstudiengang Materials Science verwendet.			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Lindner, Prof. Dr. Dirk Reuter			
13	Sonstige Hinweise: keine			

Quantenoptik						
Quantum Optics						
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
Experimentelle Physik	180	6	1.	Wintersemester	1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	Quantenoptik	V	30	60	WP	bis zu 240
b)	Quantenoptik	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: In dem Modul werden die grundlegenden Konzepte behandelt, die zum Verständnis der Quantenoptik mit Licht benötigt werden. Im Detail werden folgende Themen diskutiert: <ul style="list-style-type: none"> • Photonenstatistiken und Photodetektion von Quantenlicht • Grundlegende Ideen der Feldquantisierung • Kohärente Zustände und Phasenraumdarstellungen des Lichts • Strahlteiler und Interferometer in der Quantenoptik • Nicht-klassisches Licht, gequetschte Zustände • Korrelationsfunktionen und Quantenkohärenz 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Quantenoptik, inklusive der Kenntnis spezifischer Phänomene, die quantenoptische Beobachtung von klassischen Experimenten abgrenzen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind mit den abstrakten theoretischen Konzepten der Quantenoptik vertraut und können diese mit konkreten experimentelle Aufbauten verknüpfen, • sind befähigt, Rechenmethoden, die sie aus der theoretischen Quantenmechanik kennen, für die Berechnung praktischer Probleme der experimentellen Quantenoptik einzusetzen, • können spezifische quantenoptische Beobachtungen von rein klassischen optischen Experimenten abgrenzen, • verstehen das Prinzip der Feldquantisierung und deren Implikationen für die Definition eines Photons und der formal korrekten Beschreibung des Welle-Teilchen Dualismus, • verstehen die Modellierung „klassischen“ Laserlichts und die Bedeutung von Photonenstatistiken, • beherrschen die Berechnung von Quanteninterferenzen in verschiedenen Aufbauten, • können die Anwendbarkeit nicht-klassischer Lichtzustände in der Praxis beurteilen. 					

6	Prüfungsleistung:		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	Gewichtung für die Modulnote 100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Christine Silberhorn, Jun.-Prof. Dr. Tim Bartley		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Physikalisches Projektpraktikum							
Laboratory Course							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Experimentelle Physik	180	6	1.-2.	Jedes Semester	2		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Physikalisches Projektpraktikum	P	60	120	WP	4 (zwei Gruppen parallel betreut)	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: Das Praktikum umfasst Versuche aus dem Bereich der Optoelektronik und Photonik sowie der Materialwissenschaften. Die Studierenden wählen vier Versuche aus einem Themenkatalog aus, der über das Campus Management System bekanntgegeben wird. Versuche zu folgenden Themen sind möglich: Ellipsometrie und winkelaufgelöste optische Analytik, Wellenleiter-Charakterisierung, parametrische Photonenpaar-Quellen, diodengepumpter Festkörperlaser mit Frequenzverdopplung, optische Längenmessung, Charakterisierung optoelektronischer Bauelemente: LED-Laser, nichtlineare Optik auf dem Computer, Photodetektoren, optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik, elektromagnetische Feldsimulationen, moderne Leuchtmittel, korrelierte Mikroskopie, etc.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Hinführung zum selbstständigen Handeln und Experimentieren durch die Bearbeitung von kleinen forschungsnahen Projekten mit klar umrissener Aufgabenstellung. Die durchzuführenden Versuche sind so gestaltet, dass wesentliche Anteile an selbstständigem Experimentieren und Aufbauen der Versuche enthalten sind. Damit wird eine Brücke hergestellt zwischen dem Anspruch typischer Versuche aus dem Fortgeschrittenenpraktikum aus dem Bachelorstudiengang Physik, die noch weitgehend unter sehr detaillierter Anleitung mit fertigen Apparaturen durchgeführt werden, und dem wissenschaftlichen Arbeiten, wie es in den Modulen der Forschungsphase und der Masterarbeit erforderlich ist. Die angebotenen Versuche sind so ausgelegt, dass sie deutlich über typische Lehrbuchthemen und -effekte hinausgehen und anwendungsbezogene Aspekte mit einbeziehen, die für die spätere Arbeit in einem forschungsnahen beruflichen Umfeld im Bereich der Physik als berufsqualifizierend angesehen werden. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • lernen das selbstständige Handeln und Experimentieren durch die Bearbeitung von kleinen forschungsnahen Projekten mit klar umrissener Aufgabenstellung, • erlernen den Umgang mit modernen komplexen physikalischen Experimentiermethoden in einem realen Forschungsumfeld einer Arbeitsgruppe, • erlernen den Umgang mit wissenschaftlicher englischsprachiger Spezialliteratur sowohl zur Vorbereitung auf die verschiedenen Versuche als auch durch Dokumentation der erzielten Ergebnisse im Stile einer wissenschaftlichen Veröffentlichung, • können gewonnene wissenschaftliche Ergebnisse im Kontext aktueller Forschung erläutern. 						

6	Prüfungsleistung: <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
		Prüfung aus vier Versuchen	100%
Die Prüfung umfasst vier Versuche. Ein Versuch umfasst die Vorbereitung (inklusive Literaturrecherchen), die Durchführung (inklusive Reflexionen zu Kommentaren der Betreuer), die schriftliche Ausarbeitung (Praktikumsbericht von ca. 10 Seiten ohne Anhänge, inklusive Literaturrecherchen), die Präsentation und ein Gespräch über die schriftliche Ausarbeitung von ca. 15 Minuten. Es wird eine Note für die Gesamtheit der schriftlichen Ausarbeitungen (einschließlich der Präsentationen und Gespräche) der vier Versuche vergeben. Die schriftlichen Ausarbeitungen (einschließlich der Präsentationen und Gespräche) der Versuche werden im gleichen Verhältnis bei der Bewertung der Prüfung berücksichtigt.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Teilnahmevoraussetzung ist die Anwesenheit an den Versuchstagen.		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics sowie im Masterstudiengang Materials Science verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Christine Silberhorn, Prof. Dr. Jörg Lindner		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Quantenmechanik II							
Quantum Mechanics II							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
	240	8	1.	Jedes Wintersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Quantenmechanik II	V	60	75	P	bis zu 240	
	b) Quantenmechanik II	Ü	30	75	P	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • CGS-Einheitensystem, Axiomatik der Quantenmechanik • Stationäre und zeitabhängige Störungstheorie • Elektromagnetische Felder in der Quantenmechanik • Elektronenspin • Elemente der relativistischen Quantenmechanik • Wegintegralformulierung der Quantenmechanik und Green'sche Funktionen • Vielteilchensysteme 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Vertrautheit mit fortgeschrittenen Konzepten der Quantenmechanik, Beherrschung der dafür relevanten Rechenmethoden und vertieftes Verständnis der Querverbindungen zu den anderen Teilgebieten der Theoretischen Physik. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • besitzen ein anwendungsbereites Verständnis der stationären und zeitabhängigen Störungsrechnung, • sind fähig, quantenmechanische Teilchen in elektromagnetischen Feldern zu modellieren, • beherrschen den praktischen Umgang mit Spinoren und Spinoperatoren, • kennen verschiedene quantenmechanische Bewegungsgleichungen (Schrödinger, Pauli, Klein-Gordon, Dirac) und verstehen deren Anwendungsbereiche und Grenzfälle, • besitzen ein physikalisches Verständnis wichtiger relativistischer Phänomene und Effekte wie Klein-Paradox, Rashba-Effekt und Zitterbewegung, • haben die Fähigkeit, quantenmechanische Systeme mittels Propagatoren bzw. Green'scher Funktionen zu beschreiben, • verstehen die Beschreibung quantenmechanischer Vielteilchensysteme im Besetzungszahlformalismus und mittels Feldoperatoren, sie können diese Konzepte auf einfache Beispielsysteme anwenden. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt, Prof. Dr. Arno Schindlmayr		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Gruppentheorie							
Group Theory							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Theoretische Physik	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Gruppentheorie	V	30	60	WP	bis zu 240	
b)	Gruppentheorie	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	<p>Inhalte:</p> <p>In dem Modul 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.</p> <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 						
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Gruppentheorie, Verständnis der gruppentheoretischen Methoden und Kenntnis der relevanten Nomenklatur. Fähigkeit zur Anwendung der Konzepte und Methoden der Gruppentheorie auf praktische Probleme, insbesondere in der Molekül- und Festkörperphysik.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Symmetrie in physikalischen Fragestellungen, beispielsweise bei Molekülen oder bei Defekten in Kristallen, bestimmen, • können Darstellungen für die zugrunde liegende Punkt- und Raumgruppe finden, • können Zusammenhänge zwischen den rein mathematischen Konzepten der Gruppentheorie und physikalischen Gegebenheiten herstellen, • können die Auswirkungen der Symmetrie auf grundlegende physikalische Eigenschaften ableiten, • können qualitative Aussagen über die Entartung von elektronischen oder vibronischen Niveaus treffen, • können qualitative Aussagen über mögliche Dipolübergänge ableiten, 						

	<ul style="list-style-type: none"> • können den Effekt von angelegten elektrischen oder magnetischen Feldern einschätzen, • können Effekte von Symmetrierniedrigungen erkennen und mathematisch umsetzen, • können die Konzepte spezieller Gruppen, Dreh- und Doppelgruppen verstehen und anwenden. 								
6	<p>Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>120–180 Min. 30–45 Min.</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Form</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>keine</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT				keine
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
			keine						
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>								
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine</p>								
12	<p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt</p>								
13	<p>Sonstige Hinweise: keine</p>								

Optik in Festkörpern und Nanostrukturen							
Optics of Solid-State Systems and Nanostructures							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Theoretische Physik	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Optik in Festkörpern und Nanostrukturen	V	30	60	WP	bis zu 240	
b)	Optik in Festkörpern und Nanostrukturen	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Semiklassische Beschreibung der Licht-Materie-Wechselwirkung in Festkörpern und Nanostrukturen • Lineare und nichtlineare optische Eigenschaften von Zwei- und Mehrniveausystemen • Optische Bloch-Gleichungen • Rabi-Oszillationen, Quantenschwebungen • Theoretische Beschreibung von Anrege-Abfrage- und Vierwellenmisch-Experimente • Mikroskopische Vielteilchentheorie für optische Anregungen in Halbleitern und Nanostrukturen • Halbleiter-Bloch-Gleichungen • Exzitonen und weitere Vielteilcheneffekte • Relaxation und Dephasierung • Selbstkonsistente Beschreibung der Lichtausbreitung in Festkörpern und Nanostrukturen 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Herleitung und die grundlegenden Eigenschaften der optischen Bloch-Gleichungen, • können die optischen Bloch-Gleichungen mit verschiedene Näherungsstrategien lösen und die Ergebnisse zur Beschreibung linearer und nichtlinearer optischer Eigenschaften nutzen, • sind mit Konzepten zur Beschreibung von Vielteilcheneffekten in der Halbleiteroptik vertraut und können diese zur Herleitung der Halbleiter-Bloch-Gleichungen anwenden, • können im Rahmen der Halbleiter-Bloch-Gleichungen exzitonsche Effekte in linearen optischen Spektren berechnen und näherungsweise nichtlineare optische Eigenschaften beschreiben, • kennen die grundlegenden physikalischen Prozesse, die zum Dephasieren der optischen Polarisation und zur Energierelaxation optisch erzeugter Ladungsträgerbesetzungen führen, • kennen das grundlegende Konzept der selbstkonsistenten Beschreibung der Lichtausbreitung in Festkörpern und können damit fundamentale Effekte für einfache Geometrien näherungsweise berechnen, • kennen die Möglichkeiten und Grenzen der semiklassischen Vielteilchentheorie für die Festkörperoptik und können Ergebnisse aus der Fachliteratur vor diesem Hintergrund bewerten. 						
6	Prüfungsleistung:						

	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
				keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Torsten Meier, Prof. Dr. Stefan Schumacher			
13	Sonstige Hinweise: keine			

Quanteninformationstheorie							
Theory of Quantum Information							
Modulgruppe: Theoretische Physik	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2.	Turnus: Sommersemester	Dauer (in Sem.): 1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Quanteninformationstheorie	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Quanteninformationstheorie	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <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 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte der Quanteninformationstheorie erlernen. Sie sollen befähigt werden, aktuelle Forschungsarbeiten zu verstehen und grundlegende Berechnungen selbst durchzuführen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die moderne Formulierung der Quantenmechanik, • sind mit dem Begriff der Separabilität/Nichtseparabilität vertraut und können diesen auf statistische Operatoren anwenden, • kennen die dem Einstein-Podolsky-Rosen-Paradoxon zugrunde liegenden Vorstellungen und Interpretationen sowie die quantenmechanische Beschreibung verschränkter Zustände, • kennen die grundlegenden Prozesse, die die Basis für die Quantenkryptographie, den Quantencomputer und die Quantenteleportation bilden, und können die Phänomene anhand von Modellsystemen beschreiben. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.		100%		

	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Torsten Meier, Dr. Matthias Reichelt		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Relativistische Quantenfeldtheorie							
Relativistic Quantum Field Theory							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Theoretische Physik	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Relativistische Quantenfeldtheorie	V	30	60	WP	bis zu 240	
b)	Relativistische Quantenfeldtheorie	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe der Relativitätstheorie: Die Rolle der Metrik • Poincaré- und Lorentz-Gruppe, relativistische Invarianz, Eichinvarianz • Elemente der relativistischen Quantenmechanik • Analytische und numerische Lösung der Dirac-Gleichung • Relativistisch kovariante Formulierung der Quantenmechanik und Elektrodynamik • Kovarianter Hamilton-Lagrange-Formalismus für Felder, 2. Quantisierung • Allgemeine (relativistisch kovariante) Formulierung der Quantenfeldtheorie • Renormierung und Feynman-Graphen • Formulierung der Quantenelektrodynamik • Anwendungen der Quantenelektrodynamik, Strahlungskorrekturen 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, grundlegenden Konzepte der relativistischen Quantenfeldtheorie zu verstehen sowie deren Methoden auf den verschiedensten Teilgebieten anwenden zu können, von einer relativistischen Beschreibung einfacher atomarer Systeme bis hin zu komplexen Fragestellungen in der Quantenelektrodynamik. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick, auf welchen Gebieten der Quantenmechanik relativistische Effekte eine zentrale Rolle spielen, • kennen Methoden zur analytischen und numerischen Lösung der Dirac-Gleichung und können diese auf einfache Systeme (z.B. einzelne Atome) anwenden, • besitzen einen klaren Einblick in den Welle-Teilchen Dualismus, wie er gerade in der Quantenfeldtheorie zum Ausdruck kommt, • beherrschen die theoretischen Grundlagen und Methoden der relativistischen Quantenfeldtheorie in kovarianter Formulierung und haben ein vertieftes Verständnis des Zusammenspiels von (relativistischer) Quantenmechanik, Elektrodynamik und (klassischer) Hamilton'scher Mechanik erworben, • sind in der Lage, die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse auf konkrete Fragestellungen der Quantenelektrodynamik anzuwenden. 						

6	Prüfungsleistung:		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	Gewichtung für die Modulnote 100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Dr. Uwe Gerstmann, Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Relativitätstheorie							
Theory of Relativity							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Theoretische Physik	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Relativitätstheorie	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Relativitätstheorie	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Newton'sche Mechanik (und Gravitation) • Grenzen der klassischen Beschreibung, relativistische Effekte in der Physik • Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie: <ul style="list-style-type: none"> - 4er-Vektoren und Tensorfelder, Koordinatentransformation, Galilei/Lorentz-Invarianz - Energie-Impuls-Tensor, Längenkontraktion, Zeitdilatation - Minkowski-Raum, kovariante und kontravariante Ableitung - Feldstärketensor, kovariante Formulierung der Maxwell-Gleichungen • Allgemeine Relativitätstheorie: <ul style="list-style-type: none"> - Das starke Äquivalenzprinzip - Krummlinige Koordinaten, Differentialgeometrie (Konnektion und Christoffel-Symbole) - Einstein'sche Feldgleichungen - Krümmung der Raumzeit, Schwarzschild-Metrik, Schwarze Löcher - Robertson-Walker-Metrik, Friedmann-Gleichungen, Kosmologie 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, grundlegende Konzepte der Relativitätstheorie zu verstehen sowie deren fortgeschrittene Methoden auf ausgewählte Probleme anzuwenden. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick, auf welchen Gebieten der Physik relativistische Effekte eine wichtige Rolle spielen, • beherrschen die theoretischen Grundlagen und Methoden der Relativitätstheorie, • besitzen ein tieferes Verständnis der relativistisch kovarianten Formulierung physikalischer Sachverhalte und können dies auf ausgewählte Systeme anwenden, • beherrschen die Grundlagen der Differentialgeometrie (Metrik, Konnektion, etc.) und können darüber Querverbindungen zu anderen Teilgebieten der Physik ziehen, • kennen Methoden zur Lösung der Einstein'schen Feldgleichungen, sie können diese auf einfache Beispiele (z.B. Schwarze Löcher) anwenden und die Ergebnisse analysieren und diskutieren. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Dr. Uwe Gerstmann, Dr. Matthias Reichelt		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Theoretische Quantenoptik							
Theoretical Quantum Optics							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Theoretische Physik	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Theoretische Quantenoptik	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Theoretische Quantenoptik	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Kanonische Feldquantisierung • Fock-Zustände, kohärente Zustände, gequetschtes Licht • Statistik von Lichtzuständen • Phasenraumfunktionen (P-, W-, Q-Funktion) • Bunching und Antibunching • Korrelationsfunktionen • Quantentheorie der Licht-Materie-Wechselwirkung • Jaynes-Cummings-Modell, dressed states 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte der theoretischen Quantenoptik erlernen. Sie sollen befähigt werden, aktuelle Forschungsarbeiten zu verstehen und grundlegende Berechnungen selbst durchzuführen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen das Konzept des Photons und verstehen den Umgang mit Photonen-Operatoren, • kennen die theoretische Beschreibung von Lichtzuständen, die in modernen Experimenten erzeugt werden können, • sind mit der theoretischen statistischen Interpretation von Licht vertraut und können so Messergebnisse deuten, • kennen die Phasenraumfunktionen der wichtigsten Lichtzustände, • kennen das unterschiedliche Verhalten von klassischem und quantisiertem Licht bezüglich der Licht-Materie-Wechselwirkung, • kennen die Herleitung und Auswertung des Jaynes-Cummings-Modells und können es auf einfache erweiterte Modellsysteme übertragen. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		

	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Dr. Matthias Reichelt, Prof. Dr. Torsten Meier		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Vielteilchentheorie der Festkörper							
Many-Body Theory of Solids							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Theoretische Physik	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Vielteilchentheorie der Festkörper	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Vielteilchentheorie der Festkörper	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Green'sche Funktionen für nicht wechselwirkende Elektronensysteme • Spektralfunktion, Funktionale für Grundzustands-Erwartungswerte und Anregungsenergien • Zweite Quantisierung, Schrödinger- und Heisenberg-Bild • Green'sche Funktionen für wechselwirkende Vielteilchensysteme • Störungstheorie, diagrammatische Entwicklung • Selbstenergie, GW-Näherung • Quasiteilchen • Zweiteilchen-Greenfunktion, Bethe-Salpeter-Gleichung 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, grundlegende Konzepte der quantenmechanischen Vielteilchentheorie zu verstehen sowie gängige Näherungsverfahren zur quantitativen Berechnung elektronischer Anregungsspektren zweckdienlich einzusetzen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Definition der Green'schen Funktion und können daraus formal exakte Formeln für Grundzustands-Erwartungswerte und elektronische Anregungsspektren ableiten, • können verschiedene Näherungsstrategien für die Green'sche Funktion wechselwirkender Vielteilchensysteme nachvollziehen und miteinander in Beziehung setzen, • sind mit dem Konzept von Quasiteilchen vertraut und können dieses zur Beschreibung und Interpretation von Photoemission und anderen spektroskopischen Vorgängen anwenden, • können im Rahmen der GW-Näherung für die elektronische Selbstenergie selbstständig Anregungsenergien für semianalytisch lösbare Modellsysteme berechnen, • können verschiedene Näherungen zur Lösung der Bethe-Salpeter-Gleichung gegeneinander abgrenzen und für konkrete Anwendungen ein geeignetes Verfahren zur Berechnung der dielektrischen Funktion, das die wesentlichen Aspekte korrekt beschreibt, auswählen, • kennen die Möglichkeiten und Grenzen der Vielteilchentheorie in Bezug auf quantitative <i>ab initio</i>-Rechnungen und können Daten aus der Fachliteratur vor diesem Hintergrund bewerten. 						
6	Prüfungsleistung:						

	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
				keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Arno Schindlmayr, Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt			
13	Sonstige Hinweise: keine			

Atomistic Materials Modeling							
Atomistic Materials Modeling							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Schwerpunktbildung	180	6	1.	Jedes Wintersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Atomistic Materials Modeling	V	30	60	WP	bis zu 240	
b)	Atomistic Materials Modeling	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Empirische Potentiale und Kraftfelder • Elektronische Austausch- und Korrelationswechselwirkung • Dichtefunktionaltheorie • Wellenfunktionsbasierte Methoden • Basissätze und Pseudopotentiale • Berechnung struktureller und vibrationeller Eigenschaften und thermodynamischer Größen 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Befähigung zur selbständigen atomarskaligen Materialsimulation mit Standardmethoden der Theoretischen Materialphysik: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die grundlegenden Methoden der atomistischen Materialsimulation und deren Anwendungsbereiche und Limitierungen, sie kennen die relevante Nomenklatur, • sind fähig, geeignete Methoden zur Strukturaufklärung von Molekülen, Festkörper und Nanostrukturen zu identifizieren, • beherrschen gängige Programmpakete der atomistischen Strukturaufklärung wie z.B. Gaussian und Quantum Espresso einschließlich der Bestimmung sinnvoller numerischer Parameter und Basissätze, • besitzen die Fähigkeit, die berechneten Ergebnisse im Vergleich mit Daten aus der Originalliteratur zu diskutieren und auszuwerten. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.		100%		

	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Materials Science verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt, Prof. Dr. Arno Schindlmayr		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Computational Optoelectronics and Photonics I							
Computational Optoelectronics and Photonics I							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Schwerpunkt- bildung	180	6	1.	Jedes Wintersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
a)	Computational Optoelectronics and Photonics I	V	30	60	WP	bis zu 240	
b)	Computational Optoelectronics and Photonics I	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsbezogene Einführung in die praxisorientierte numerische Umsetzung mathematischer Probleme und die grafische Aufbereitung berechneter Daten • Lichtpropagation in nanostrukturierten Festkörpern • Quantenmechanischer Oszillator im optischen Resonator • Exzitonen in niederdimensionalen Halbleitersystemen gekoppelt an propagierende Lichtfelder • Lokalisierte elektronische Zustände und deren Eigenschaften in Nanostrukturen • Einfache Modelle zur Quantenoptik und Quanteninformation 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erwerben anhand konkreter Beispiele ein grundlegendes Verständnis für nanostrukturierte Festkörper und ihren Einsatz in photonischen Strukturen, • können, ausgehend von der mathematischen Beschreibung physikalischer Systeme, die relevanten Gleichungen numerisch abstrakt umsetzen, • sind in der Lage, unter Anleitung Programmcodes zu entwickeln sowie Softwarepakete zu verwenden, um die in der Vorlesung behandelten Fragestellungen numerisch zu analysieren, • sind in der Lage, hochdimensionale nichtlineare Bewegungsgleichungssysteme unter Anleitung numerisch umzusetzen und zu analysieren, • können komplexe physikalische Sachverhalte graphisch aufbereiten und die Ergebnisse sinnvoll darstellen. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.		100%		

	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Stefan Schumacher, Dr. Matthias Reichelt		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Computational Optoelectronics and Photonics II							
Computational Optoelectronics and Photonics II							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Schwerpunkt- bildung	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
	a) Computational Optoelectronics and Photonics II	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Computational Optoelectronics and Photonics II	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung von Vielteilchenmethoden auf nanostrukturierte photonische Systeme • Numerische Analyse elektronischer Zustände in niederdimensionalen Strukturen • Numerische Analyse optischer Nichtlinearitäten in niederdimensionalen Strukturen • Lichtpropagation unter Kopplung an die nichtlinearen optischen Anregungen im Medium • Anwendungen nichtlinearer optischer Propagationseffekte wie Bistabilität und Solitonen 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen, aufbauend auf dem Modul Computational Optoelectronics I, anhand konkreter Beispiele ihr Verständnis für nanostrukturierte Festkörper und ihren Einsatz in photonischen Strukturen, • besitzen die Fähigkeit, Vielteilchenmethoden auf nanostrukturierte Festkörpersystem anzuwenden und die resultierenden Gleichungen numerisch auszuwerten, • besitzen die Fähigkeit, das nichtlineare optische Anregungsverhalten von nanostrukturierten Festkörpersystemen numerisch zu berechnen, • können mathematische Formulierungen physikalischer Modellsysteme selbstständig numerisch umsetzen, • können selbstständig Programmcodes entwickeln, um die behandelten Inhalte numerisch zu analysieren. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.		100%		

	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Stefan Schumacher, Dr. Matthias Reichelt		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Computational Spectroscopy							
Computational Spectroscopy							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Schwerpunkt- bildung	180	6	2.	Sommersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
	a) Computational Spectroscopy	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Computational Spectroscopy	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Grundlagen: Zeitabhängige Störungsrechnung, Fermis Goldene Regel, Lineare Antworttheorie, Berry-Phasen, Quasiteilchenanregungen • Infrarot- und Raman Spektroskopie, • Lineare und nichtlineare optische Spektren • Core-Level-Spektroskopie: XPS • Röntgenadsorption: XAS, XANES, (N)EXAFS • Zirkular-Dichroismus (XMCD) • Magnetische Resonanz (NMR und EPR) • Elektronentransport, Photoströme • Bildgebende Spektroskopie (STM und AFM) 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, grundlegende Konzepte einer computergestützten Berechnung (Simulation) spektroskopischer Materialeigenschaften zu verstehen, sowie deren Methoden zur numerischen Vorhersage einsetzen und mit experimentellen Messergebnissen vergleichen zu können. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können materialwissenschaftliche Fragestellungen mit Bezug zur Spektroskopie erkennen und analysieren, • sind sich bewusst, dass moderne spektroskopische Experimente oftmals nur mit Hilfe theoretischer Vergleichswerte vollständig ausgewertet werden können, • kennen die grundlegenden quantenmechanischen Strategien und technischen Konzepte, die für die atomistische Beschreibung von Materialien und die Vorhersage ihrer spektroskopischen Eigenschaften im Computer notwendig sind, • können für gegebene atomistische Strukturen (unter Abwägung von Rechenaufwand und Genauigkeit) eine adäquate Stufe der Näherung auswählen und diese auf ausgewählte Fragestellungen anwenden, • sind in der Lage, die gewonnenen theoretischen Ergebnisse im Kontext experimenteller Daten zu diskutieren und Querverbindungen zu aktuellen materialwissenschaftlichen Forschungsfragen herzustellen. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Materials Science verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Dr. Uwe Gerstmann, Prof. Dr. Arno Schindlmayr		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Halbleiterepitaxie						
Semiconductor Epitaxy						
Modulgruppe: Schwerpunkt- bildung	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2.	Turnus: Sommersemester	Dauer (in Sem.): 1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a) Halbleiterepitaxie	V	30	60	WP	bis zu 240
	b) Halbleiterepitaxie	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen (Grundlagen der Kristallstruktur, elastische Eigenschaften von Heterostrukturen, Versetzungen) • Thermodynamik des Schichtwachstums (Gleichgewichtszustände, Kristallwachstum) • Atomistische Aspekte des Schichtwachstums (Oberflächenstruktur, kinetische Prozesse beim Schichtwachstum, selbstorganisierte Nanostrukturen) • Methoden der Halbleiterepitaxie (Molekularstrahlepitaxie MBE, metallorganische Gasphasenepitaxie MOVPE) • Charakterisierungsmethoden (in-situ-Analyse mittels RHEED, hochauflösende Röntgenbeugung HRXRD) 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Halbleiterepitaxie mit den Aspekten Herstellung, Eigenschaften und Charakterisierung von Halbleiterheterostrukturen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • besitzen ein umfassendes qualitatives Verständnis der Halbleiterepitaxie, • besitzen Kenntnisse der Grundlagen der quantitativen Beschreibung der relevanten Phänomene, • haben die Fähigkeit, das Gelernte auf Probleme aus dem Bereich Halbleiterepitaxie anwenden, die Ergebnisse zu diskutieren und mit Bezug auf das Fachgebiet einzuordnen. 					
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)					
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote	
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.		100%	
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.						

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Materials Science verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Dirk Reuter, Prof. Dr. Donat As		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Integrierte Optik und Photonik							
Integrated Optics and Photonics							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
Schwerpunkt- bildung	180	6	1.	Wintersemester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
	a) Integrierte Optik und Photonik	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Integrierte Optik und Photonik	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in optischen Wellenleitern (Wellengleichung, Grenzbedingungen und Modendispersionsrelationen für planare Wellenleiter) • Ausgewählte Materialien und Herstellungsverfahren (Ionenaustausch in Gläsern und Kristallen, Diffusionswellenleiter in LiNbO₃, epitaktisch hergestellte Wellenleiter in Halbleitermaterialien) • Theorie gekoppelter Moden (Beschreibung mit Eigenmoden des ungestörten Systems, Beschreibung mit lokalen Normalmoden des Realsystems) • Elektrooptische Bauelemente (elektrooptischer Effekt in dielektrischen Kristallen, Modulatoren und Schalter) • Nichtlinear optische Bauelemente 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Den Studierenden sollen die grundlegenden Konzepte der integrierten Optik und Photonik sowie deren Anwendungen vermittelt werden. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben die Fähigkeit, Fragestellungen aus dem Bereich der integrierten Optik zu erkennen, zu analysieren und gegenüber der konventionellen klassischen Optik abzugrenzen, • können die Wellenausbreitung in geführten Strukturen quantitativ beschreiben und diese Beschreibung (näherungsweise) auf verschiedenste Wellenleitergeometrien eigenständig anwenden, • sind fähig, ausgehend von den physikalischen Grundlagen das Funktionsprinzip integrierter optischer Bauelemente zu beschreiben und mit Methoden der Theorie der gekoppelten Moden selbstständig analytische oder numerische Modellierung einfacher Bauelemente durchzuführen, • können komplexere integrierte optische Strukturen eigenständig analysieren, deren Funktionskomponenten erkennen und deren Funktion beschreiben, • können sich selbstständig mit aktueller englischsprachiger Fachliteratur zu der Thematik integrierter optischer Bauelemente und photonischer Strukturen beschäftigen. 						
6	Prüfungsleistung: [X] Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Christine Silberhorn, Dr. Harald Herrmann		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Ionenstrahlanalyse							
Ion Beam Analysis							
Modulgruppe: Schwerpunkt- bildung	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1.	Turnus: Wintersemester	Dauer (in Sem.): 1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
	a) Ionenstrahlanalyse	V	15	30	WP	bis zu 240	
	b) Ionenstrahlanalyse	P	30	60	WP	bis zu 5	
	c) Ionenstrahlanalyse	S	15	30	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	<p>Inhalte:</p> <p>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.</p> <p>a) Vorlesung: Grundlagen der Ionen-Festkörper-Wechselwirkung sowie ihrer Anwendung für die Materialanalyse und -modifikation, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ionenquellen, Ionenoptik, Beschleunigerprinzipien • Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit biologischen Organismen, Strahlenschutz • Festkörper-Dünnschichtanalyse mittels Rutherford-Rückstreuungsspektroskopie (RBS) • Spurenelementanalyse mittels Kernreaktionsanalyse (NRA) • Elementnachweis mittels teilcheninduzierter Röntgenstrahlung (PIXE) • Ionen-Festkörperwechselwirkung, Ionenreichweiten, Defektbildung • Dotierung von Halbleitern mittels Ionenimplantation • Anwendung von Teilchenbeschleunigern in der Astro-, Geo-, Kern- und Medizinphysik • Nanostrukturierung mit Ionenstrahlen <p>b) Praktikum: Herstellung und Untersuchung von Proben mit Hilfe der am RUBION vorhandenen Teilchenbeschleuniger im Rahmen von Projekten zum Vorlesungsstoff.</p> <p>c) Seminar: Präsentation der experimentellen Ergebnisse und ihrer theoretischen Hintergründe.</p>						
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die apparativen Grundlagen von Teilchenbeschleunigern und der an diesen realisierten Experimenten, die grundlegenden Konzepte der Ionen-Festkörper-Wechselwirkung und der darauf basierenden Anwendungen im Bereich nuklearer Festkörperanalytik und Ionenstrahlmodifikation von Oberflächen, • kennen den Strahlzeitbetrieb an einer Großforschungseinrichtung, • können selbstständig Experimente zur Ionenstrahlanalyse und -modifikation von Materialien planen, in 						

	Zusammenarbeit mit den Operateuren eines Teilchenbeschleunigers ausführen und die Ergebnisse auswerten, teilweise unter Nutzung geeigneter Softwarepakete, <ul style="list-style-type: none"> • können die erlernten Methoden auf analoge Fragestellungen übertragen und anhand der gemachten Erfahrungen die in der Fachliteratur dargestellten Ergebnisse einordnen und kritisch bewerten, • verfügen über Erfahrung in der webbasierten Zusammenarbeit in interuniversitären Teams. 			
6	Prüfungsleistung:			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
b)	Schriftliche Hausarbeit	ca. 30 Seiten	100%	
c)	mit Abschlussvortrag	ca. 30 Min.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
				keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Materials Science verwendet.			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Lindner			
13	Sonstige Hinweise: keine			

Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen							
Microscopy and Spectroscopy with Electrons							
Modulgruppe: Schwerpunkt- bildung	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1.	Turnus: Wintersemester	Dauer (in Sem.): 1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
	a) Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	<p>Inhalte:</p> <p>Im Rahmen des Moduls werden die Grundlagen der Transmissionselektronenmikroskopie in voller Breite vermittelt und ihre Anwendung zur Charakterisierung von Materialien auf der Nano- und Subnanometerskala erläutert.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektronenoptische Komponenten und Strahlengänge in (Raster-) Transmissionselektronenmikroskopen (S)TEM • Elektronenmikroskopische Präparationsverfahren • Abbildungsverfahren und Kontrastarten • Elektronenbeugung • Elektron-Festkörper-Wechselwirkung • Kinematische und dynamische Theorie der Elektronenbeugung • Konventionelle Elektronenmikroskopie und Gitterdefekte • Kontrastübertragung und Hocharlöfung • Energiedispersive Röntgenspektroskopie EDS • Elektronenenergieverlustspektroskopie EELS in TEM und STEM • Spektroskopie von Inter- und Intradbandübergängen sowie Plasmonen • Energiegefilterte Transmissionselektronenmikroskopie EFTEM • In-situ- und Cryo-Methoden 						
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Ziel dieses Moduls ist das umfassende Kennenlernen der methodischen Möglichkeiten moderner Transmissionselektronenmikroskope zur Strukturaufklärung von Materialien vor dem Hintergrund einer quantenmechanischen Berechnung der Wechselwirkung zwischen Elektronenwelle und kondensierter Materie.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die Ausbreitung einer Elektronenwelle in kristallinen Materialien mit und ohne Kristalldefekten sowie den Transport eines Elektronenstrahls durch das Mikroskop von der Elektronenquelle bis zum Detektor, • sind in der Lage, für die Untersuchung verschiedener Problemstellungen die geeigneten Strahlengänge und Untersuchungsmethoden auszuwählen und die hiermit generierten Bildkontraste zu interpretieren, 						

	<ul style="list-style-type: none"> • haben die Fähigkeit, einfache Elektronenbeugungsdiagramme auszuwerten, • sind in der Lage, in der Fachliteratur wiedergegebene TEM-Aufnahmen hinsichtlich der zugrunde liegenden Realstruktur zu interpretieren, • sind in der Lage, die in EELS- und EDS-Spektren enthaltenen Informationen über die atomare Zusammensetzung und die elektronische Struktur fester Stoffe nachzuvollziehen, • können mit Standardprogrammen der Elektronenmikroskopie umgehen. 								
6	<p>Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>120–180 Min. 30–45 Min.</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Form</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>keine</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT				keine
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
			keine						
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>								
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Materials Science verwendet.</p>								
12	<p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Lindner</p>								
13	<p>Sonstige Hinweise: keine</p>								

Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Elektrische Eigenschaften						
Low-Dimensional Semiconductor Systems: Electrical Properties						
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
Schwerpunkt- bildung	180	6	2.	Sommersemester	1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Elektrische Eigenschaften	V	30	60	WP	bis zu 240
b)	Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Elektrische Eigenschaften	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Heterostrukturen (Wiederholung) • Elektrische und Transporteigenschaften • Shubnikov-de-Haas-Effekt und Magnetfelder • Ganzzahliger und gebrochenzahliger Quanten-Hall-Effekt • Ladungsträgertransport und Streumechanismen • Kohärente und mesoskopische Systeme • Heterojunction FET, HEMT • HBT, THET und RTD • Coulomb-Blockade und SET • Aharonov-Bohm-Effekt • CV-Spektroskopie an Quantenpunkten 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der niedrigdimensionalen Halbleitersysteme zu verstehen, anzuwenden und selbstständig zu bearbeiten. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • besitzen Grundkenntnisse der elektrischen Eigenschaften von Halbleiterheterostrukturen, Quantum Wells, Quantum Wires und Quantum Dots, • besitzen Kenntnisse der Transporteigenschaften sowie der verschiedenen Streumechanismen, die in niedrigdimensionalen Strukturen wirksam sind, • haben ein Verständnis des ganz- und gebrochenzahligen Quanten-Hall-Effekts, • besitzen Kenntnisse über elektronische Bauelemente, die niedrigdimensionale Eigenschaften zur Verbesserung der Bauelementcharakteristik ausnutzen (wie z.B. HEMT, HBT und RTD), und verfügen über Vorstellungen zu Einzelelektronentransistoren, • besitzen die Fähigkeit, diese Kenntnisse im Design und Betrieb von modernen niedrigdimensionalen Halbleiterbauelementen einzusetzen. 					

6	Prüfungsleistung:		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	Gewichtung für die Modulnote 100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Donat As, Prof. Dr. Artur Zrenner		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Optische Eigenschaften						
Low-Dimensional Semiconductor Systems: Optical Properties						
Modulgruppe: Schwerpunkt- bildung	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1.	Turnus: Wintersemester	Dauer (in Sem.): 1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a) Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Optische Eigenschaften	V	30	60	WP	bis zu 240
	b) Niedrigdimensionale Halbleitersysteme: Optische Eigenschaften	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von Nanostrukturen • Heterostrukturen, Quantum Wells • Optische Prozesse in Quantum Wells, Inter- und Intradbandübergänge • Gekoppelte Quantum Wells, Übergitter und Exzitonen • Quantum Wires und Quantum Dots • Modulationsdotierung • Einfluss elektrischer Felder (Stark-Effekt) • Single Photon Emitter • Quantenkaskadeneffekt 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der niedrigdimensionalen Halbleitersysteme zu verstehen, anzuwenden und selbständig zu bearbeiten. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • besitzen Grundkenntnisse der optischen Eigenschaften von Halbleiterheterostrukturen, Quantum Wells, Quantum Wires und Quantum Dots, • besitzen Grundkenntnisse der Herstellung und Fertigung von Nanostrukturen, • besitzen Kenntnisse der exzitonischen Eigenschaften von niedrigdimensionalen Halbleiterstrukturen sowie des Einflusses elektrischer Felder auf die optischen Eigenschaften moderner optoelektronischer Halbleiterbauelemente, • haben die Fähigkeit, diese Kenntnisse im Design und Betrieb von niedrigdimensionalen Halbleiterbauelementen eigenständig einzusetzen, • besitzen Kenntnisse über die Arbeitsweise und Einsatzfähigkeit von fortgeschrittenen Lichtemittern wie Einzelphotonenemitter und Quantenkaskadenlasern. 					
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)					

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Donat As, Prof. Dr. Artur Zrenner		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Optoelektronische Halbleiterbauelemente							
Optoelectronic Semiconductor Devices							
Modulgruppe: Schwerpunkt- bildung	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1.	Turnus: Jedes Wintersemester	Dauer (in Sem.): 1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
	a) Optoelektronische Halbleiterbauelemente	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Optoelektronische Halbleiterbauelemente	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	<p>Inhalte:</p> <p>Der erste Teil der Vorlesung gibt einen Überblick über die Physik der Licht emittierenden Dioden und die 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, ihren spektralen Eigenschaften sowie den Grundlagen verschiedener Halbleiterphotodetektoren.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung optoelektronischer Halbleiterbauelemente • Licht emittierende Dioden – LED • Laserdiode – statische Eigenschaften • Laserdiode – dynamische Eigenschaften • Optoelektronische Detektoren 						
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der optoelektronischen Halbleiterbauelemente zu verstehen und selbstständig auf Problemstellungen anzuwenden.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben fundierte Grundkenntnisse der Licht emittierenden Halbleiterbauelemente wie LEDs und Laserdioden, • besitzen das physikalische Verständnis der statischen, dynamischen und spektralen Eigenschaften von LEDs und Halbleiterlasern, • können Grundkenntnisse des Einflusses von Quantenstrukturen auf die Eigenschaften moderner optoelektronischer Halbleiterbauelemente anwenden, • haben die Fähigkeit, diese Kenntnisse im Design und Betrieb optoelektronischer Halbleiterbauelemente einzusetzen, • besitzen grundlegende Kenntnisse über die Arbeitsweise und Einsatzfähigkeit von verschiedenen Halbleiterphotodetektoren. 						

6	Prüfungsleistung:		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	Gewichtung für die Modulnote 100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Dirk Reuter, Prof. Dr. Donat As		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Photonische Nanostrukturen						
Photonic Nanostructures						
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
Schwerpunkt- bildung	180	6	1.	Wintersemester	1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a) Photonische Nanostrukturen	V	30	60	WP	bis zu 240
	b) Photonische Nanostrukturen	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Licht-Materie-Wechselwirkung (Maxwell'sche Gleichungen in Materie, Wellengleichung und Helmholtz-Gleichung, optische Antwort von Materialien, Polarisationsfeld, dielektrische Funktion von Isolatoren, Halbleitern und Metallen) • Photonische Nanostrukturen (eindimensionale Periodizität: Bragg-Reflektoren, Transfermatrixalgorithmus; optische Resonatoren I: Mikropillar-Resonatoren; optische Resonatoren II: Mikrodisks und Ring-Resonatoren, elektromagnetische Felder in periodischen Medien, Symmetrien und Photonik, photonische Kristall-Membranen; optische Resonatoren III: Defekte in photonischen Kristallen) • Plasmonische Nanostrukturen (Grenz- und Oberflächen-Plasmon-Polaritonen, metallische Nanopartikel, optische Metamaterialien) 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der Lichtwechselwirkung mit Nanostrukturen korrekt und fundiert auf aktuelle Problemstellungen der modernen Physik anzuwenden und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können eigenständig Fragestellungen aus dem Bereich der Nanooptik erkennen, differenzieren und gegenüber der Optik an makroskopischen Objekten abgrenzen, • haben die Fähigkeit zur Beschreibung und Beurteilung auftretender Effekte bei der Wechselwirkung von Licht mit dielektrischen und metallischen Nanostrukturen, • können Lösungsansätze bei komplexeren Problemstellungen beim Umgang mit optischen Nanostrukturen selbstständig entwickeln und unter Anwendung des erworbenen Wissens begründen, • können sinnvolle analytische und numerische Näherungsverfahren zur Lösung von Problemstellung im Bereich der Nanophotonik unter Anleitung entwickeln und begründen, • besitzen die Fähigkeit, sich selbstständig mit aktueller englischsprachiger Fachliteratur zur Thematik der Nanooptik zu beschäftigen. 					

6	Prüfungsleistung:		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	Gewichtung für die Modulnote 100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics sowie im Masterstudiengang Chemie verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. Thomas Zentgraf		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Quantenelektronik							
Quantum Electronics							
Modulgruppe: Schwerpunkt- bildung	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2.	Turnus: Sommersemester	Dauer (in Sem.): 1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)	
	a) Quantenelektronik	V	30	60	WP	bis zu 240	
	b) Quantenelektronik	Ü	30	60	WP	bis zu 30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: Grundlegende Konzepte der Quantenelektronik, deren optischer, elektrischer und optoelektronischer Grundlagen sowie deren Anwendungen. Verständnis und mathematische Formulierung der physikalischen Sachverhalte und Modelle. <ul style="list-style-type: none"> • Experimenteller Zugang zu Quantensystemen • Atome und Quantenstrukturen als Zwei-Niveau-Systeme • Kohärente Licht-Materie-Wechselwirkung • Quantenverstärker • Festkörperbasierte Quantenbits • Quantenbits in starken optischen Feldern und Resonatoren • Funktionelle Strukturen und Anwendungen 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über ein fundiertes Fachwissen auf dem Gebiet der Quantenelektronik, • verfügen über ein fundiertes Wissen zu Zwei-Niveau Systemen, • verfügen über ein fundiertes Wissen zur Licht-Materie Wechselwirkung in starken Feldern, • sind in der Lage, die physikalischen Gesetzmäßigkeiten mathematisch zu beschreiben, • sind in der Lage, grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Quantenelektronik herzuleiten, • können die physikalischen und technischen Grundlagen sowie Anwendungen der Quantenelektronik anschaulich kommunizieren. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.		100%		

	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Artur Zrenner, Prof. Dr. Christine Silberhorn		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Quantenkommunikation und Quanteninformationsverarbeitung						
Quantum Communication and Information						
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
Schwerpunkt- bildung	180	6	2.	Sommersemester	1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
a)	Quantenkommunikation und Quanteninformationsverarbeitung	V	30	60	WP	bis zu 240
b)	Quantenkommunikation und Quanteninformationsverarbeitung	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: In dem Modul werden die grundlegenden Konzepte und Protokolle der Quantenkommunikation und Quanteninformationsverarbeitung vermittelt. <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Grundlagen der Quanteninformation (mathematische Formulierung des Informationsbegriffs, Qubits und Quantengatter) • Quantenmessungen • Verschränkte Zustände • Quantenteleportation und „Quantum Dense Coding“ • Quantenkryptographie (Protokolle, experimentelle Implementierungen, Sicherheitsbeweise und Lauschangriffe) • Verschränkungsdistillation und „Quantum Repeater“ 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Quantenkommunikation, inklusive der Kenntnis wichtiger Protokolle und deren Implementierungen in der Praxis. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind befähigt, interdisziplinär zu arbeiten und sich insbesondere Grundlagen aus anderen Fachgebieten anzueignen, • sind mit den abstrakten Konzepten aus der Informationstheorie sowie der Quantenphysik vertraut und können deren Verbindung in relevanten physikalischen Experimenten darstellen, • haben die grundlegende Idee für neuartige Quantentechnologien, genuin quantenphysikalische Eigenschaften für praktische Anwendungen nutzbar zu machen, verinnerlicht, • verstehen das Prinzip verschränkter Zustände und die Bedeutung für die moderne Interpretation der Quantenphysik, • kennen die grundlegenden Protokolle der Quantenkommunikation und Quanteninformationsverarbeitung, • können sich in aktuelle Forschungsthemen, die nur teilweise bereits in Lehrbüchern abgebildet sind, 					

	einarbeiten und finden somit einen ersten Einstieg für eigenständiges Forschungsarbeiten, <ul style="list-style-type: none"> • können die Chancen und Grenzen zukünftiger Technologien realistisch einschätzen. 		
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
		Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.
	Gewichtung für die Modulnote 100%		
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Das Modul wird auch im Masterstudiengang Optoelectronics and Photonics verwendet.		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Christine Silberhorn		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Spintronik						
Spintronics						
Modulgruppe: Schwerpunkt- bildung	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2.	Turnus: Sommersemester	Dauer (in Sem.): 1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen- größe (TN)
	a) Spintronik	V	30	60	WP	bis zu 240
	b) Spintronik	Ü	30	60	WP	bis zu 30
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine					
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Quantenmechanische Beschreibung des Spins: Spin-Pauli-Matrizen, Dichtematrix, Bloch-Sphäre • Spindynamik und Rabi-Formel, Spinrelaxation und Dephasierung • Spektroskopie von Spins: NMR, EPR, ENDOR, EDMR, STM-EPR • Schreiben und Auslesen von Qubits (Spininjektion und Spektroskopie) • Passive Bauelemente in der Magneto-Elektronik: GMR, TMR, MRAM • Aktive Bauelemente: Spin-Feldeffekt-Transistor • Grundlagen der spinbasierten Quanteninformation 					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden sollen befähigt werden, grundlegende Konzepte der Spinphysik, insbesondere der Spindynamik, zu verstehen sowie vor dem Hintergrund des Zusammenwirkens von Experiment und Theorie zur Beschreibung spinbasierter Bauelemente einzusetzen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die quantenmechanischen Grundlagen der Spin-Physik, insbesondere der Spin-Dynamik, • sind sich der konzeptionellen Unterschiede bewusst, die bei der Beschreibung quantenmechanischer Ensembles und Einzelspins auftreten, • haben genaue Kenntnisse von auf Spin-Wechselwirkungen basierenden Messmethoden und ihrer multidisziplinären Anwendung in Biologie, Chemie, Physik und Medizin sowie ihrer Nutzung zum Readout spinbasierter Quanten-Bits („Qubits“), • können Fragestellungen zur allgemeinen Thematik einer spinbasierten Elektronik analysieren und die erarbeiteten mathematischen Modelle auf konkrete Bauelemente anwenden, • kennen die physikalischen Eigenschaften und Besonderheiten spinbasierter Qubits und können diese in einen größeren Zusammenhang (Elektronik, Informatik, Quanteninformation) einordnen. 					

6	Prüfungsleistung:		
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang
	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	Gewichtung für die Modulnote 100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			SL / QT keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Dr. Uwe Gerstmann		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Hauptseminar							
Advanced Seminar							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
	120	4	1.– 2.	Jedes Semester	2		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Hauptseminar	S	30	30	P	bis zu 20	
	b) Hauptseminar	S	30	30	P	bis zu 20	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: 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 Form einer eigenen Präsentation vorzutragen. Diese Möglichkeit zur Darbietung eines eigenen Beitrags soll sowohl der fachbezogenen Ausbildung auf aktuellen Forschungsgebieten wie auch der Entwicklung von Fähigkeiten in Bezug auf persönliche Präsentationen dienen.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können ein vorgegebenes Thema durch eigene Studien und Literaturrecherchen selbstständig aufbereiten und vertiefen, • sind in der Lage, den Bezug des Themas zu angrenzenden Teilgebieten zu erkennen und zu formulieren, • können ihren Vortrag nach didaktischen und fachlichen Gesichtspunkten ausarbeiten, • nutzen die gewonnene Erfahrung, um ihre eigene Präsentationsfähigkeit und ihre Dialogfähigkeit bei der Beantwortung von wissenschaftlichen Fragen weiterzuentwickeln. 						
6	Prüfungsleistung: <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
	a)	Referat	ca. 30 Min.		50%		
	b)	Referat	ca. 30 Min.		50%		

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:		
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang
			keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn alle Modulteilprüfungen bestanden sind.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. Torsten Meier		
13	Sonstige Hinweise: keine		

Technisches Englisch II						
English for Technical Purposes II						
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
	180	6	1.-2.	Jedes Semester	2	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	English Oral Skills for Students of Natural Sciences	Ü	30	60	P	bis zu 20
b)	Introduction to Academic Writing for MINT Students <i>oder</i> English for Profession and Study Abroad	Ü	30	60	WP	bis zu 20
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Wahlmöglichkeit zwischen den Kursen „Introduction to Academic Writing for MINT Students“ und „English for Profession and Study Abroad“.					
3	Teilnahmevoraussetzungen: Teilnahmevoraussetzung ist der Nachweis der notwendigen Vorkenntnisse auf dem Niveau B2.1 im Einstufungstest des Zentrums für Sprachlehre.					
4	<p>Inhalte:</p> <p><u>English Oral Skills for Students of Natural Sciences:</u> Dieser Kurs richtet sich an Studierende der Naturwissenschaften, die ihre vorhandenen Kenntnisse über Vortrags- und Präsentationsstrategien erweitern und ihre Kommunikationsfähigkeiten in Bezug auf ihr Studium und ihre zukünftige berufliche Tätigkeit verbessern möchten. Praxisbezogene Übungen helfen den Studierenden dabei, das in dem Kurs vermittelte theoretische Wissen zu vertiefen und bei eigenen Vorträgen in englischer Sprache anzuwenden.</p> <p><u>Introduction to Academic Writing for MINT Students:</u> Das Ziel des Kurses besteht darin, Studierende darauf vorzubereiten, Abschlussarbeiten oder wissenschaftliche Fachartikel in englischer Sprache zu verfassen. Der Kurs behandelt die wichtigsten Grundelemente des wissenschaftlichen Schreibens und beinhaltet beispielsweise die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung wissenschaftlicher Abhandlungen • Entwicklung von Hypothesen • Korrekte Zeichensetzung • Schreiben von Abstracts, wissenschaftlichen Analysen und Fachartikeln <p>Die korrekte Anwendung der englischen Grammatik und die Erweiterung des Wortschatzes stehen hierbei gleichermaßen im Mittelpunkt.</p> <p><u>English for Profession and Study Abroad:</u> Dieser Kurs richtet sich speziell an Studierende, die ihre schriftliche und mündliche Ausdrucksfähigkeit in englischer Sprache im Hinblick auf eine international orientierte berufliche Tätigkeit oder einen geplanten Auslandsaufenthalt gezielt weiterentwickeln möchten. Der Kurs behandelt die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Telefongespräche und das Verfassen von E-mails in englischer Sprache • Schreiben von Lebensläufen und Bewerbungen • Konversations- und Präsentationsstrategien • Leben im Ausland 					

	Die korrekte Anwendung der englischen Grammatik und die Erweiterung des Wortschatzes stehen hierbei gleichermaßen im Mittelpunkt.												
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Teilnehmer bauen sowohl ihren allgemeinen als auch ihren fachbezogenen Englischwortschatz weiter aus. Sie werden in die Lage versetzt, fachliche pro/contra-Diskussionen zu führen, Forschungsthemen mündlich und schriftlich in korrekter englischer Sprache darzustellen, längere strukturierte Fachtexte wie Abschlussarbeiten oder wissenschaftliche Artikel zu verfassen und im beruflichen Kontext mündlich und schriftlich in angemessener Weise zu kommunizieren. Die Kurse orientieren sich am Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • besitzen die Fähigkeit, wissenschaftliche Publikationen für den englischsprachigen Raum mit angemessenem Vokabular und korrekter Grammatik zu verfassen, • können englischsprachige Präsentationen selbstständig entwerfen und Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Fachvorträgen kommunizieren, • besitzen die Fähigkeit, Fachthemen und den eigenen Standpunkt klar und detailliert in Englisch darzulegen. 												
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Referat</td> <td>ca. 15 Min.</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Fünf schriftliche Hausarbeiten mit abschließender Präsentation</td> <td>ca. 10 Seiten ca. 10 Min.</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Referat	ca. 15 Min.	50%	b)	Fünf schriftliche Hausarbeiten mit abschließender Präsentation	ca. 10 Seiten ca. 10 Min.	50%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote										
a)	Referat	ca. 15 Min.	50%										
b)	Fünf schriftliche Hausarbeiten mit abschließender Präsentation	ca. 10 Seiten ca. 10 Min.	50%										
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Form</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>keine</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT				keine				
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT										
			keine										
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Teilnahmevoraussetzung ist die regelmäßige Teilnahme an den zwei Sprachkursen (jeweils maximal drei Fehltermine).</p>												
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn alle Modulteilprüfungen bestanden sind.</p>												
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>												
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>keine</p>												
12	<p>Modulbeauftragter:</p> <p>Dr. Sigrid Behrent</p>												
13	<p>Sonstige Hinweise:</p> <p>keine</p>												

Vorbereitung der Masterarbeit: Theorie							
Preparation for the Master's Thesis: Theory							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
	450	15	3.	Jedes Semester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Vorbereitung der Masterarbeit: Theorie				P	1	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Quantenmechanik II und mindestens 48 LP. Im Fall der Einschreibung unter Auflagen außerdem Nachweis über das Bestehen der zugehörigen Prüfungen.						
4	Inhalte: Das Ziel des Moduls ist die Erschließung des Forschungsgebiets der Masterarbeit durch die Aneignung speziellen physikalischen Faktenwissens und theoretischen Grundlagenwissens unter individueller Betreuung. Dies beinhaltet insbesondere eine Recherche der aktuellen Forschungsliteratur sowie den Austausch mit Mitgliedern der Arbeitsgruppe, in der die Masterarbeit durchgeführt werden soll. Je nach gewähltem Thema und in Absprache mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin kann die Einarbeitung auch den Besuch spezieller Lehrveranstaltungen, externe Schulungen oder Aufenthalte in kooperierenden Arbeitsgruppen umfassen.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können sich selbstständig in ein neues Forschungsgebiet einarbeiten und sich einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand verschaffen, • sind fähig, sich neue theoretische Konzepte und relevantes physikalisches Faktenwissen anzueignen und diese mit vorhandenen Kenntnissen zu vernetzen, • können ihr angeeignetes Wissen aus verschiedenen Quellen systematisch strukturieren und in konsistenter Notation und Terminologie schriftlich zusammenfassen, • können sich in ein Forscherteam integrieren, • sind in der Lage, in deutscher bzw. englischer Sprache über wissenschaftliche Themen zu diskutieren, • können eine wissenschaftliche Präsentation erstellen und ihre eigenen Erkenntnisse im Kontext des aktuellen Forschungsstands darstellen, • haben gelernt, in einer wissenschaftlichen Diskussion auch mit kritischen Fragen umzugehen. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Schriftliche Hausarbeit mit anschließender Präsentation	ca. 10 Seiten ca. 25 Min.		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:						

	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
				keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. Arno Schindlmayr			
13	Sonstige Hinweise: keine			

Vorbereitung der Masterarbeit: Methodik							
Preparation for the Master's Thesis: Methods							
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):		
	450	15	3.	Jedes Semester	1		
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Vorbereitung der Masterarbeit: Methodik				P	1	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Quantenmechanik II und mindestens 48 LP. Im Fall der Einschreibung unter Auflagen außerdem Nachweis über das Bestehen der zugehörigen Prüfungen.						
4	Inhalte: Ziel des Moduls ist die Aneignung der methodischen Kenntnisse und Fertigkeiten, die für die Masterarbeit notwendig sind, unter individueller Betreuung. Dies beinhaltet im Fall eines Themas aus der Experimentellen Physik typischerweise die Einweisung in die sichere Bedienung der Messapparaturen und die Optimierung des Versuchsaufbaus, im Fall eines Themas aus der Theoretischen Physik die Einweisung in vorhandene Computerprogramme und deren Weiterentwicklung für numerische Simulationen. Neben der Anleitung durch Mitglieder der Arbeitsgruppe, in der die Masterarbeit durchgeführt werden soll, kann die Einarbeitung je nach gewähltem Thema und in Absprache mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin auch den Besuch spezieller Lehrveranstaltungen, externe Schulungen oder Aufenthalte in kooperierenden Arbeitsgruppen umfassen.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können sich unter Anleitung mit der sicheren Bedienung komplexer Messapparaturen oder Computerprogramme für wissenschaftliche Forschungszwecke vertraut machen, • sind fähig, komplexe Messapparaturen bzw. Computerprogramme für Forschungszwecke effizient einzusetzen, zu justieren und zu optimieren sowie einzelne Komponenten bei Bedarf weiterzuentwickeln, • kennen Strategien, um Fehler und Störungen in komplexen Messungen bzw. numerischen Berechnungen zu identifizieren und zu eliminieren, • können sich in ein Forscherteam integrieren, • sind in der Lage, in deutscher bzw. englischer Sprache über wissenschaftliche Themen zu diskutieren, • können eine wissenschaftliche Präsentation erstellen und ihre eigenen Erkenntnisse im Kontext des aktuellen Forschungsstands darstellen, • haben gelernt, in einer wissenschaftlichen Diskussion auch mit kritischen Fragen umzugehen. 						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Schriftliche Hausarbeit mit anschließender Präsentation	ca. 10 Seiten ca. 25 Min.		100%		

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
				keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. Arno Schindlmayr			
13	Sonstige Hinweise: keine			

Masterarbeit						
Master's Thesis						
Modulgruppe:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	
	900	30	4.	Jedes Semester	1	
1	Modulstruktur:					
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a) Schriftliche Masterarbeit				P	1
	b) Mündliche Verteidigung				P	1
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine					
3	Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreicher Abschluss der Module Vorbereitung der Masterarbeit: Theorie und Vorbereitung der Masterarbeit: Methodik					
4	Inhalte: Selbstständige Bearbeitung eines Forschungsprojekts unter individueller Betreuung, ausführliche Darstellung des Themas und der erzielten Ergebnisse sowie Diskussion ihrer Relevanz im Kontext der aktuellen Forschung in der schriftlichen Masterarbeit, Präsentation und Verteidigung.					
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können sich selbstständig in ein Forschungsgebiet einarbeiten, • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema selbstständig internationale Fachliteratur zu recherchieren und sich einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu verschaffen, • besitzen die Fähigkeit, sich in eine komplexe Messmethode oder ein komplexes theoretisches Konzept einzuarbeiten, und können ein eigenes Forschungsprojekt nach wissenschaftlichen Methoden und Standards bearbeiten, • können sich in ein Forscherteam integrieren, • können eine wissenschaftliche Arbeit selbstständig verfassen, • können einen wissenschaftlichen Vortrag über selbst gewonnene Ergebnisse geeignet strukturieren und im Kontext des aktuellen Forschungsstands vor einem Publikum wiedergeben, • haben gelernt, in einer wissenschaftlichen Diskussion auch mit kritischen Fragen umzugehen und ihren eigenen Standpunkt zu vertreten, • kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und wenden diese an, • sind in der Lage, eine realistische Zeiteinteilung für ein umfangreiches eigenes Projekt zu entwerfen, • verfügen über Qualifikationen wie Selbstständigkeit und Teamfähigkeit, • beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede. 					

6	Prüfungsleistung:			
	<input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	a)	Schriftliche Masterarbeit	40–80 Seiten	5/6
b)	Mündliche Verteidigung einschließlich Prüfgespräch	45–60 Min.	1/6	
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
				keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Verteidigung ist die als bestanden bewertete schriftliche Masterarbeit.			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn alle Modulteilprüfungen bestanden sind.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. Arno Schindlmayr			
13	Sonstige Hinweise: keine			