

Amtliche Mitteilungen

Datum 16. August 2023

Nr. 60/2023

Inhalt:

Fachprüfungsordnung (FPO-M)

für das Fach

Physik (PHY)

im Masterstudium

an der

Universität Siegen

Vom 16. August 2023

Fachprüfungsordnung (FPO-M)
für das Fach
Physik (PHY)
im Masterstudium
an der
Universität Siegen

Vom 16. August 2023

(Masterstudiengang Physik,
Masterteilstudiengänge Physik für das Lehramt an Haupt-,
Real-, Sekundar- und Gesamtschulen (HRSGe); Gymnasien und
Gesamtschulen (GymGe); Berufskollegs Modell A (BK-A))

Aufgrund des § 2 Absatz 4 und des § 64 Absatz 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 16. September 2014 (GV. NRW. S. 547), zuletzt geändert durch Gesetz vom 30. Juni 2022 (GV. NRW. S. 780b), hat die Universität Siegen die folgende Fachprüfungsordnung zur Rahmenprüfungsordnung (RPO-M) für das Masterstudium an der Universität Siegen vom 28. Februar 2019 (Amtliche Mitteilung 5/2019), zuletzt geändert durch die Dritte Ordnung zur Änderung der Rahmenprüfungsordnung (RPO-M) für das Masterstudium an der Universität Siegen vom 25. Juli 2023 (Amtliche Mitteilung 52/2023), erlassen:

Inhaltsverzeichnis

Artikel 1	Geltungsbereich
Artikel 2	Regelungen für den 1-Fach-Studiengang Physik
§ 1	Studienmodell
§ 2	Ziele des Studiums
§ 3	Mastergrad
§ 4	Besondere Zugangsvoraussetzungen
§ 5	Auslandsaufenthalte und Praktika
§ 6	Prüfungsausschuss
§ 7	Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer
§ 8	Studienumfang und Aufbau des Studiums
§ 9	Studien- und Prüfungsleistungen
§ 10	Wiederholung von Prüfungsleistungen
§ 11	Masterarbeit
§ 12	Bewertung, Bildung der Noten
§ 13	Anwendung und Übergangsbestimmungen
Artikel 3	Regelungen für den Teilstudiengang Physik im fachwissenschaftlichen Kombinationsstudiengang
Artikel 4	Regelungen für den Teilstudiengang Physik im Lehramt
§ 1	Studienmodelle
§ 2	Ziele des Studiums
§ 3	Mastergrad
§ 4	Besondere Zugangsvoraussetzungen
§ 5	Auslandsaufenthalte und Praktika
§ 6	Prüfungsausschuss
§ 7	Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer
§ 8	Studienumfang und Aufbau des Studiums
§ 9	Studien- und Prüfungsleistungen
§ 10	Wiederholung von Prüfungsleistungen
§ 11	Masterarbeit
§ 12	Bewertung, Bildung der Noten
§ 13	Anwendung und Übergangsbestimmungen
Artikel 5	Fachübergreifend angebotene Exportmodule
Artikel 6	Inkrafttreten und Veröffentlichung
Anlagen	

Studienverlaufspläne

- Anlage 1 Studienverlaufspläne nach Studienmodell im 1-Fach-Studiengang zu Artikel 2
- Anlage 2 Studienverlaufspläne nach Studienmodell im fachwissenschaftlichen Kombinationsstudiengang zu Artikel 3
- Anlage 3 Studienverlaufspläne nach Studienmodell im Lehramtsstudiengang zu Artikel 4

Wahlpflichtmodule

- Anlage 4 Liste der Wahlpflichtmodule gemäß Artikel 2 § 8 Absatz 4
- Anlage 5 Liste der Wahlpflichtmodule gemäß Artikel 3 § 8 Absatz 4
- Anlage 6 Liste der Wahlpflichtmodule gemäß Artikel 4 § 8 Absatz 4

Modulbeschreibungen

- Anlage 7 Modulbeschreibungen zu Artikel 2 und 4
- Anlage 8 Modulbeschreibungen der Module, die nur zum Export angeboten werden gemäß Artikel 5

Artikel 1 Geltungsbereich

- (1) Diese Fachprüfungsordnung regelt zusammen mit der Rahmenprüfungsordnung (RPO-M) für das Masterstudium an der Universität Siegen vom 28. Februar 2019 (Amtliche Mitteilung 5/2019) in der jeweils geltenden Fassung das Studium im Fach Physik.
- (2) Physik kann als 1-Fach-Studiengang oder als Teilstudiengang im Lehramt studiert werden.
- (3) Artikel 2 enthält Regelungen zum Studium des Faches Physik als 1-Fach-Studiengang. Artikel 4 enthält Regelungen zum Studium des Faches Physik als Teilstudiengang im Lehramt.

Artikel 2 Regelungen für den 1-Fach-Studiengang Physik

§ 1 Studienmodell

Der Masterstudiengang Physik wird als 1-Fach-Studiengang studiert.

§ 2 Ziele des Studiums

- (1) Der Masterstudiengang Physik baut auf einem abgeschlossenen Bachelorstudium in Physik auf. Zweck des Studiums ist, die für das Berufsbild des Wissenschaftlers im Bereich Physik notwendigen vertieften Fach- und Methodenkenntnisse zu entwickeln und die Zusammenhänge des Faches zu überblicken. Als forschungsorientierter Studiengang bereitet der Masterstudiengang Physik auf die eigenständige wissenschaftliche Arbeit im Rahmen einer Promotion vor.
- (2) Den Studierenden werden vertiefte Kenntnisse durch Lehrveranstaltungen in einem selbst zu wählenden wissenschaftlichen Schwerpunktgebiet sowie in der einjährigen Forschungsphase durch die Masterarbeit vermittelt und durch Wahlmöglichkeiten in weiteren forschungs- und anwendungsorientierten Bereichen der modernen Physik ergänzt.

§ 3 Mastergrad

Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums wird von der Hochschule der Hochschulgrad „Master of Science“ (M.Sc.) verliehen.

§ 4 Besondere Zugangsvoraussetzungen

- (1) Ergänzend zu § 4 RPO-M ist der Nachweis eines erfolgreichen Abschlusses in einem Bachelorstudiengang Physik an einer Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes oder ein vergleichbarer erster berufsqualifizierender Abschluss Voraussetzung für den Zugang.
- (2) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die ihre Zugangsvoraussetzungen nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben, müssen darüber hinaus Deutschkenntnisse auf dem Niveau der DSH-Prüfung oder Englischkenntnisse auf dem Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER) bzw. auf dem Niveau eines TOEFL iBT (Internet based TOEFL) von mindestens 87 oder eines IELTS 6.0 nachweisen. Sofern keine Deutschkenntnisse nachgewiesen werden, können nur englischsprachige Module belegt werden.

- (3) Die Zulassung zum Masterstudium setzt den Nachweis einer studiengangbezogenen besonderen Eignung voraus. Näheres regelt die Ordnung über die Eignungsfeststellung für den Masterstudiengang Physik der Universität Siegen vom 26. Oktober 2020 (Amtliche Mitteilung 74/2020) in der jeweils geltenden Fassung.
- (4) Die Einschreibung ist zu versagen, wenn die Studienbewerberin oder der Studienbewerber in einem Studiengang mit einer erheblichen inhaltlichen Nähe zu diesem Studiengang eine nach dieser Fachprüfungsordnung erforderliche Prüfung endgültig nicht bestanden hat.

§ 5

Auslandsaufenthalte und Praktika

Auslandsaufenthalte und Praktika außerhalb der Universität Siegen sind nicht verpflichtend vorgesehen.

§ 6

Prüfungsausschuss

- (1) Für die in § 8 RPO-M und in diesem Artikel festgelegten Aufgaben bildet die Fakultät IV – Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät für den 1-Fach-Bachelorstudiengang Physik und den 1-Fach-Masterstudiengang Physik einen Fachlichen Prüfungsausschuss. Der Prüfungsausschuss wird bei der Erledigung seiner Arbeiten vom Prüfungsamt Physik unterstützt.
- (2) Der Fachliche Prüfungsausschuss besteht aus
 1. vier Mitgliedern aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer,
 2. einem Mitglied aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und
 3. zwei Mitgliedern aus der Gruppe der Studierenden,welche dem Department Physik angehören.
- (3) Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer sowie des Mitgliedes aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beträgt drei Jahre. Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Studierenden beträgt ein Jahr.

§ 7

Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer

- (1) Die Prüfungsbefugnis richtet sich nach § 9 RPO-M.
- (2) Die Prüferin oder der Prüfer bestimmt die Beisitzerin oder den Beisitzer. Beisitzerinnen und Beisitzer in mündlichen Prüfungen können nur im zu prüfenden Fach sachkundige Personen sein, die einen Masterabschluss oder einen mindestens gleichwertigen Abschluss abgelegt haben. Ausnahmen regelt der Prüfungsausschuss.

§ 8

Studienumfang und Aufbau des Studiums

- (1) Für einen erfolgreichen Abschluss des Masterstudiums sind im konsekutiven Masterstudiengang Physik 120 Leistungspunkte zu erwerben.
- (2) Die Regelstudienzeit beträgt 4 Semester. Das Studium ist nur in Vollzeit möglich. Der Studienbeginn ist sowohl zum Winter- als auch zum Sommersemester möglich.

- (3) Das Studium besteht aus einem Pflichtbereich (45 Leistungspunkte, Module 4PHYMA09 bis 4PHYMA13), einem Wahlpflichtbereich „Fachkurse“ und „Wahlbereich“ (45 Leistungspunkte, vgl. Absatz 4 i. V. m. Anlage 4) und der Masterarbeit Physik (30 Leistungspunkte, 4PHYMA14).
- (4) Im Wahlpflichtbereich „Fachkurse“ sind zwei Module im Gesamtumfang von 18 Leistungspunkten (Anlage 4) zu studieren. Außerdem sind drei bis sechs Module im Gesamtumfang von 27 Leistungspunkten im Bereich „Wahlbereich“ (Anlage 4) zu studieren. Im Wahlbereich können auch weitere Wahlpflichtmodule aus dem Bereich „Fachkurse“ abgeschlossen werden. Im Wahlpflichtbereich (Fachkurse und Wahlbereich) müssen Module im Umfang von jeweils mindestens 9 Leistungspunkten aus der Experimentalphysik und aus der theoretischen Physik gewählt werden. Wahlpflichtmodule, die bereits im Bachelorstudiengang Physik gemäß der FPO-B Physik in der jeweils geltenden Fassung belegt worden sind, dürfen im Masterstudiengang Physik nicht mehr gewählt werden. Auf Antrag können zusätzlich Wahlpflichtmodule aus dem Lehrangebot der gesamten Fakultät IV – Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät gewählt werden.
- (5) Die Wahlpflichtmodule sollen so gewählt werden, dass genau 18 Leistungspunkte im Wahlpflichtbereich „Fachkurse“ und genau 27 Leistungspunkte im „Wahlbereich“ erreicht werden. Werden durch die Wahl der Module mehr als 18 bzw. 27 Leistungspunkte erworben, sind die Module mit den schlechtesten Noten für die Abschlussnote nicht oder anteilig zu berücksichtigen. Bei gleichen Noten sind die später absolvierten Modulen nicht zu berücksichtigen. Die oder der Studierende kann vor Abschluss der letzten Prüfungsleistung eine andere Berücksichtigung beim Prüfungsamt beantragen. Die Modulnoten fließen mit der anerkannten Leistungspunkteanzahl in die Abschlussnote ein.
- (6) Modulübersicht:

Nr.	Modul	SL ¹	PL ²	LP ³	P/WP ⁴	Verweis auf Modulbeschreibung
4PHYMA09	Masterpraktikum	0	1	9	P	Anlage 7
4PHYMA10	Hauptseminar	0	1	6	P	Anlage 7
	Fachkurse (2 Module á 9 LP)	0-2	2	18	WP	Anlage 7
	Wahlbereich (3-6 Module á 3, 6 oder 9 LP)	0-6	3-6	27	WP	Anlage 7
4PHYMA11	Fachwissenschaftliches Kolloquium	0	1	3	P	Anlage 7
4PHYMA12	Vorbereitungsprojekt	1	0	12	P	Anlage 7
4PHYMA13	Einarbeitungsprojekt	1	0	15	P	Anlage 7
4PHYMA14	Masterarbeit	0	1	30	P	Anlage 7

¹ SL = Studienleistungen | ² PL = Prüfungsleistung | ³ LP = Leistungspunkte | ⁴ P/WP = Pflichtmodul/Wahlpflichtmodul

Das empfohlene Fachsemester ergibt sich aus dem Studienverlaufsplan (Anlage 1).

- (7) Mögliche Lehrformen sind: Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum, Selbststudium, angeleitetes Selbststudium. Die konkrete Lehrform ist der Modulbeschreibung zu entnehmen.
- (8) Die Lehrveranstaltungen finden in deutscher oder englischer Sprache statt. Die Angabe der Lehrsprache ist in der Modulbeschreibung geregelt.

§ 9

Studien- und Prüfungsleistungen

- (1) Ergänzend zu § 10 Absatz 1 und § 11 Absatz 6 RPO-M sind nachfolgende Formen für Studien- und Prüfungsleistungen vorgesehen:
- Studienleistungen:
Aktive Teilnahme an den Übungen, z.B. durch regelmäßige Abgabe, erfolgreiche Bearbeitung und/oder Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben.
 - Prüfungsleistungen:

- a) Versuchsprotokolle (max. 6 Protokolle);
 - b) Praktikumsbericht (ca. 25 Seiten);
 - c) Aktive Teilnahme mit Vortrag (20-40 Minuten).
- (2) Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfungsleistung in einem Modul ist das erfolgreiche Erbringen der Studienleistung, sofern eine solche vorgesehen ist.
 - (3) Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfungsleistung im Modul „Fachwissenschaftliches Kolloquium“ (4PHYMA11) ist der erfolgreiche Abschluss eines Wahlpflichtmoduls aus dem Bereich „Fachkurs“ mit 9 LP und eines Wahlpflichtmoduls aus dem Bereich „Wahlbereich“ mit 6 LP.
 - (4) Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfungsleistung im Modul „Einarbeitungsprojekt“ (4PHYMA13) ist der erfolgreiche Abschluss des Moduls „Vorbereitungsprojekt“ (4PHYMA12).

§ 10

Wiederholung von Prüfungsleistungen

- (1) Die Wiederholung von Prüfungsleistungen richtet sich nach § 12 RPO-M
- (2) Wiederholungstermine für nicht bestandene Prüfungsleistungen werden innerhalb von vier Monaten nach dem ersten Prüfungstermin angeboten. Zu einem Wiederholungstermin kann sich nur anmelden, wer bereits zum ersten Prüfungstermin angemeldet war und gemäß § 18 RPO-M zurückgetreten ist oder die Prüfungsleistung im ersten Termin nicht bestanden hat. Abweichend von Satz 1 kann bei den Modulen 4PHYMA09, 4PHYMA10 und 4PHYMA52 die Prüfungsleistung bei Nichtbestehen erst wiederholt werden, wenn das Modul wieder regulär angeboten wird.
- (3) Nach einer schriftlichen, mit „mangelhaft“ (5,0) bewerteten Prüfungsleistung, die zum endgültigen Nichtbestehen des Moduls führen würde, kann der Prüfling innerhalb einer Frist von 14 Tagen nach Bekanntgabe des nicht ausreichenden Ergebnisses einen Antrag auf eine mündliche Ergänzungsprüfung stellen. Satz 1 gilt nicht für die Module 4PHYMA09, 4PHYMA10, 4PHYMA11, 4PHYMA12, 4PHYMA13, 4PHYMA14 und 4PHYMA52. Die Ergänzungsprüfung wird von zwei Prüferinnen oder Prüfern durchgeführt, von denen eine oder einer die Prüferin oder der Prüfer der schriftlichen Prüfung sein soll. Aufgrund der Ergänzungsprüfung können nur die Noten „ausreichend“ (4,0) oder „mangelhaft“ (5,0) als Ergebnis der Prüfungsleistung festgesetzt werden.
- (4) Es besteht kein Anspruch auf die Wiederholung einer nicht bestandenen Prüfungs- oder Studienleistung in der ursprünglichen Form. Die Wiederholungsleistung kann gemäß § 12 Absatz 5 Satz 7 RPO-M auch in einer anderen Form zu erbringen sein.
- (5) Wurde ein Wahlpflichtmodul nicht oder endgültig nicht bestanden, kann ein anderes Modul aus dem entsprechenden Modulkatalog gewählt werden.
- (6) Für Module, die aus anderen Fachprüfungsordnungen importiert werden, gelten die Regelungen der exportierenden Fachprüfungsordnung zur Wiederholung von Prüfungsleistungen.

§ 11

Masterarbeit

- (1) Der Anteil der Masterarbeit am Masterstudium beträgt 30 Leistungspunkte. Die Note der Masterarbeit fließt mit 50 % in die Abschlussnote ein.
- (2) Der Antrag auf Zulassung zur Masterarbeit ist schriftlich beim Prüfungsausschuss zu stellen. Die Zulassung zur Masterarbeit richtet sich nach § 13 RPO-M. Voraussetzung für die Zulassung ist der erfolgreiche Abschluss der Module Fachkurse (2 Wahlpflichtmodule), des Masterpraktikums (4PHYMA09), des Hauptseminars (4PHYMA10), des fachwissenschaftlichen Kolloquiums

(4PHYMA11), des Vorbereitungsprojektes (4PHYMA12) und des Einarbeitungsprojektes (4PHYMA13).

- (3) Die Masterarbeit muss in deutscher oder englischer Sprache angefertigt werden. Die Wahl der Sprache erfolgt in Absprache mit der Erstgutachterin bzw. dem Erstgutachter. Das Thema der Masterarbeit soll aus einem Gebiet der Physik stammen. Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss die Durchführung der Masterarbeit in einer Einrichtung außerhalb des Departments Physik gestatten. Die Bearbeitungszeit beträgt sechs Monate. Richtwert für den Umfang der Masterarbeit sind 60 Seiten. Das Thema der Masterarbeit kann nur einmal innerhalb der ersten zwei Monate der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden.
- (4) Die Erstgutachterin oder der Erstgutachter der Masterarbeit soll dem Department Physik angehören. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss. Der Prüfling kann Gutachterinnen oder Gutachter vorschlagen.
- (5) Die Masterarbeit ist in dreifacher Ausfertigung in gedruckter und gebundener Schriftform sowie zusätzlich in elektronischer, durchsuchbarer Form beim Prüfungsausschuss einzureichen. Die elektronische Form kann zur Überprüfung der individuellen Urheberschaft mittels einer Plagiatsüberprüfungssoftware verwendet werden.
- (6) Die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, müssen unter Angabe der Quellen der Entlehnung kenntlich gemacht werden. Die Kandidatin oder der Kandidat fügt der Arbeit eine schriftliche Versicherung hinzu, dass sie oder er die Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht hat.

§ 12

Bewertung, Bildung der Noten

- (1) Abweichend von § 21 Absatz 2 RPO-M wird die Note der Masterarbeit bei Bewertung durch drei Gutachterinnen oder Gutachter aus dem arithmetischen Mittel der beiden besseren Noten gebildet, falls eine der Bewertungen „mangelhaft“ lautet. Die Masterarbeit kann jedoch nur dann mit „ausreichend“ (4,0) oder besser bewertet werden, falls mindestens zwei Noten „ausreichend“ (4,0) oder besser sind.
- (2) Abweichend von § 21 Absatz 4 RPO-M errechnet sich die Abschlussnote wie folgt: Die Note der Masterarbeit fließt mit 50 % ein. Die Note des Moduls „Fachwissenschaftliches Kolloquium“ (4PHYMA11) fließt mit 20 % ein. Die übrigen benoteten Module fließen insgesamt mit 30 % ein, wobei zur Bildung des arithmetischen Mittels die einzelnen Noten nach den dem jeweiligen Modul zugrundeliegenden Leistungspunkten gewichtet werden.

§ 13

Anwendung und Übergangsbestimmungen

- (1) Diese Fachprüfungsordnung gilt für alle Studierenden, die sich ab dem Wintersemester 2022/23 erstmalig in diesen Masterstudiengang an der Universität Siegen einschreiben.
- (2) Die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik vom 16. Dezember 2020 (Amtliche Mitteilung 1/2021) tritt am 31. März 2025 außer Kraft. Studierende, die vor dem Wintersemester 2022/23 in den Masterstudiengang Physik eingeschrieben waren, können noch bis zu diesem Zeitpunkt ihr Studium nach dieser Prüfungsordnung beenden.
- (3) Studierende, die bereits vor dem Wintersemester 2022/23 in den Masterstudiengang Physik eingeschrieben waren, haben die Möglichkeit, auf Antrag ihr Studium nach den Bestimmungen der

Rahmenprüfungsordnung (RPO-M) für das Masterstudium an der Universität Siegen vom 28. Februar 2019 (Amtliche Mitteilung 5/2019) und dieser Fachprüfungsordnung zu absolvieren. Der Antrag ist an den jeweils zuständigen Prüfungsausschuss zu richten und nicht widerrufbar.

Artikel 3

Regelungen für den Teilstudiengang Physik im fachwissenschaftlichen Kombinationsstudiengang

Nicht besetzt.

Artikel 4

Regelungen für den Teilstudiengang Physik im Lehramt

§ 1

Studienmodelle

Ein Studium von Physik im Lehramt ist für die folgenden Schulformen möglich:

1. Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen (HRSGe),
2. Gymnasien und Gesamtschulen (GymGe) sowie
3. Berufskollegs Modell A (BK-A).

§ 2

Ziele des Studiums

- (1) Die allgemeinen Ziele des Studiums entsprechen § 2 LABG. Die inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken entsprechen den ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung für Physik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16. Oktober 2008 i. d. F. vom 16. Mai 2019).
- (2) Der Masterteilstudiengang Physik für das Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen ist an der Profilbildung in der Physiklehrausbildung im Hinblick auf aktuelle Fachphysik und Fachdidaktik mit starken Anwendungsbezügen ausgerichtet: Astrophysik, Struktur der Materie, Sammeln und Reflektieren praktischer Erfahrungen an verschiedenen Lernorten und Schule sowie Theorie und Praxis des Unterrichtens, Erfahrungen im Planen und Gestalten strukturierter Unterrichtseinheiten sowie im Durchführen von Unterrichtsstunden unter Berücksichtigung der Neuen Medien.
- (3) Der Masterteilstudiengang Physik für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen sowie Berufskollegs ist an der Profilbildung in der Physiklehrausbildung im Hinblick auf aktuelle Fachphysik und Fachdidaktik mit starken Anwendungsbezügen ausgerichtet: Astrophysik, Angewandte Physik, Masterpraktikum, Sammeln und Reflektieren praktischer Erfahrungen an verschiedenen Lernorten und Schule sowie Theorie und Praxis des Unterrichtens, Erfahrungen im Planen und Gestalten strukturierter Unterrichtseinheiten sowie im Durchführen von Unterrichtsstunden unter Berücksichtigung der Neuen Medien.

§ 3

Mastergrad

Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums wird von der Hochschule der Hochschulgrad „Master of Education“ (M. Ed.) verliehen.

§ 4

Besondere Zugangsvoraussetzungen

Der Zugang zum Masterstudiengang für das Lehramt richtet sich nach § 28 RPO-M.

§ 5

Auslandsaufenthalte und Praktika

- (1) Für das Praxissemester gilt die Ordnung für das Praxissemester in den Studiengängen Master of Education für das Lehramt an Grundschulen, Grundschulen mit integrierter Förderpädagogik, Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen, Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen mit integrierter Förderpädagogik, Gymnasien und Gesamtschulen sowie an Berufskollegs an der Universität Siegen vom 12. April 2022 (Amtliche Mitteilung 19/2022) in der jeweils geltenden Fassung. Das Praxissemester findet im Wintersemester statt.
- (2) In den Studiengängen Lehramt an Berufskollegs gelten ergänzend die Richtlinien für die fachpraktische Tätigkeit in den Studiengängen Lehramt an Berufskollegs an der Universität Siegen vom 13. Dezember 2022 (Amtliche Mitteilung 74/2022) in der jeweils geltenden Fassung.

§ 6

Prüfungsausschuss

- (1) Für die in § 8 und § 30 RPO-M und in diesem Artikel festgelegten Aufgaben bildet die Fakultät IV – Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät für die lehramtsbildenden Teilstudiengänge Biologie, Chemie und Physik im Lehramt ergänzend zum Zentralen Prüfungsausschuss für Lehrämter nach § 30 RPO-M einen gemeinsamen Fachlichen Prüfungsausschuss für das Lehramt.
- (2) Der Fachliche Prüfungsausschuss für das Lehramt besteht aus
 1. drei Mitgliedern aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer,
 2. einem Mitglied aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und
 3. einem Mitglied aus der Gruppe der Studierenden.Die oder der Vorsitzende des Zentralen Prüfungsamtes für Lehrämter ist beratendes Mitglied des Fachlichen Prüfungsausschusses.
- (3) Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer sowie des Mitglieds aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beträgt drei Jahre. Die Amtszeit des Mitglieds aus der Gruppe der Studierenden beträgt ein Jahr. Wiederwahl ist möglich.
- (4) Für die Mitglieder nach Absatz 2 werden für den Verhinderungsfall Stellvertreterinnen und Stellvertreter gewählt, deren Amtszeit sich nach Absatz 3 richtet.

§ 7

Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer

Die Prüfungsbefugnis richtet sich nach § 9 RPO-M.

§ 8

Studienumfang und Aufbau des Studiums

- (1) Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen (HRSGe)

1. Für einen erfolgreichen Abschluss des Masterstudiums sind im Teilstudiengang Physik für das Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen 27 Leistungspunkte zu erwerben.
 2. Es sind die vier Pflichtmodule 4PHYMA19LAHRSGe und 4PHYMA20LA bis 4PHYMA22LA zu studieren.
- (2) Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen (GymGe)
1. Für einen erfolgreichen Abschluss des Masterstudiums sind im Teilstudiengang Physik für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen 27 Leistungspunkte zu erwerben.
 2. Es sind die vier Pflichtmodule 4PHYMA20LA bis 4PHYMA23LA zu studieren.
- (3) Lehramt an Berufskollegs im Modell A (BK-A)
1. Für einen erfolgreichen Abschluss des Masterstudiums sind im Teilstudiengang Physik für das Lehramt an Berufskollegs im Modell A 27 Leistungspunkte zu erwerben.
 2. Es sind die vier Pflichtmodule 4PHYMA20LA bis 4PHYMA23LA zu studieren.
- (4) Modulübersicht:

Nr.	Modul	SL ¹	PL ²	LP ³	P/WP ⁴			Verweis auf Modulbeschreibung
					HRSGe	GymGe	BK-A	
4PHYMA19LAHRSGe	Konzepte zur Physik	-	1	6	P	-	-	Anlage 7
4PHYMA20LA	Astrophysik	-	1	6	P	P	P	Anlage 7
4PHYMA21LA	Physikunterricht Praxis (Fachdidaktik) (2 LP inklusionsorientiert)	1	1	9	P	P	P	Anlage 7
4PHYMA22LA	Digitalisierung (Fachdidaktik) (1 LP inklusionsorientiert)	-	1	6	P	P	P	Anlage 7
4PHYMA23LA	Masterpraktikum	-	1	6	-	P	P	Anlage 7
4PHYMA24LA	Masterarbeit	-	1	20	P*	P*	P*	Anlage 7

¹ SL = Studienleistungen | ² PL = Prüfungsleistung | ³ LP = Leistungspunkte | ⁴ P/WP = Pflichtmodul/Wahlpflichtmodul im Lehramtsstudiengang für HRSGe (Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschule), GymGe (Gymnasium und Gesamtschule) und BK-A (Berufskolleg Modell A) | * Die Masterarbeit kann alternativ in den Bildungswissenschaften (HRSGe/GymGe/BK-A) oder im 1. oder 2. Fach (HRSGe/GymGe/BK-A) abgelegt werden.

Das empfohlene Fachsemester ergibt sich aus den Studienverlaufplänen (Anlage 3).

- (5) Im Lehramt für Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschule sind in den Modulen 4PHYMA21LA und 4PHYMA22LA insgesamt 3 Leistungspunkte zu inklusionsorientierten Fragestellungen vorgesehen. Im Lehramt für Gymnasien und Gesamtschule sind in den Modulen 4PHYMA21LA und 4PHYMA22LA insgesamt 3 Leistungspunkte zu inklusionsorientierten Fragestellungen vorgesehen. Im Lehramt für Berufskollegs sind in den Modulen 4PHYMA21LA und 4PHYMA22LA insgesamt 3 Leistungspunkte zu inklusionsorientierten Fragestellungen vorgesehen.
- (6) Mögliche Lehrformen sind: Vorlesung, Übung, Seminar, Experimentalpraktikum. Die konkrete Lehrform ist den Modulbeschreibungen zu entnehmen.
- (7) Die Lehrveranstaltungen finden in deutscher Sprache statt.

§ 9

Studien- und Prüfungsleistungen

- (1) Ergänzend zu § 10 Absatz 1 RPO-M sind nachfolgende Formen für Studienleistungen vorgesehen:
 1. Qualifizierte mündliche Teilnahme oder

2. Versuchsprotokolle im Rahmen der Vor- und Nachbereitung von Experimentalpraktika (max. 5).
- (2) Ergänzend zu § 11 Absatz 6 RPO-B ist nachfolgende Form für Prüfungsleistungen vorgesehen:
Versuchsprotokolle im Rahmen der Vor- und Nachbereitung des Masterpraktikums (max. 10).

§ 10

Wiederholung von Prüfungsleistungen

Wiederholungstermine für nicht bestandene Prüfungsleistungen werden einmal pro Semester angeboten.

§ 11

Masterarbeit

Für die Masterarbeit gelten die Regelungen der RPO-M, insbesondere die §§ 13 bis 16, 32 und 33 RPO-M.

§ 12

Bewertung, Bildung der Noten

Die Bewertung und Bildung der Noten richtet sich nach §§ 21 und 34 RPO-M.

§ 13

Anwendung und Übergangsbestimmungen

Diese Fachprüfungsordnung gilt für alle Studierenden, die ihr Masterstudium im Lehramt gemäß § 37 RPO-M nach der RPO-M in Verbindung mit dieser Fachprüfungsordnung absolvieren.

Artikel 5

Fachübergreifend angebotene Exportmodule

Das Fach Physik bietet fachübergreifend die folgenden Module nur zum Export an:

Nr.	Modul
4PHYMAEX01	Solid-state physics for nanoscience
4PHYMAEX02	Advanced solid-state physics for nanoscience
4PHYMAEX03	Quantum theory for nanoscience
4PHYMAEX04	Physikalisches Praktikum für MatWerk

Artikel 6

Inkrafttreten und Veröffentlichung

Diese Fachprüfungsordnung tritt mit Wirkung vom 1. Oktober 2022 in Kraft. Sie wird im Verkündungsblatt „Amtliche Mitteilungen der Universität Siegen“ veröffentlicht.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät IV – Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät vom 3. Juni 2020, 7. Juli 2021 und 2. November 2022 sowie des ZLB-Rates vom 13. Juli 2020, 21. Juli 2021.

Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß § 12 Absatz 5 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG NRW) eine Verletzung von Verfahrens- oder Formvorschriften des Hochschulgesetzes oder des Ordnungs- oder des sonstigen autonomen Rechts der Hochschule nach Ablauf eines Jahres seit dieser Bekanntmachung nicht mehr geltend gemacht werden kann, es sei denn

1. die Ordnung ist nicht ordnungsgemäß bekannt gemacht worden,
2. das Rektorat hat den Beschluss des die Ordnung beschließenden Gremiums vorher beanstandet,
3. der Form- oder Verfahrensmangel ist gegenüber der Hochschule vorher gerügt und dabei die verletzte Rechtsvorschrift und die Tatsache bezeichnet worden, die den Mangel ergibt, oder
4. bei der öffentlichen Bekanntmachung der Ordnung ist auf die Rechtsfolge des Rügeausschlusses nicht hingewiesen worden.

Siegen, den 16. August 2023

Der Rektor

gez.

(Universitätsprofessor Dr. Holger Burckhart)

Anlagen

Studienverlaufspläne

Anlage 1: Studienverlaufspläne nach Studienmodell im 1-Fach-Studiengang zu Artikel 2

1) Exemplarischer Studienverlaufsplan für den Masterstudiengang Physik, Beginn im Wintersemester

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)	Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	4PHYMA11 Fachwissenschaftliches Kolloquium (3 LP)	
	Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)		
Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)		
Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	Wahlbereich (1+1 SWS/3 LP)	4PHYMA12 Vorbereitungsprojekt (12 LP)	
4PHYMA09 Masterpraktikum (4 SWS/9 LP) (30 LP)	4PHYMA10 Hauptseminar (2 SWS/6 LP) (30 LP)	4PHYMA13 Einarbeitungsprojekt (15 LP) (30 LP)	4PHYMA14 Masterarbeit (30 LP) (30 LP)

2) Exemplarischer Studienverlaufsplan für den Masterstudiengang Physik, Beginn im Sommersemester

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)	Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	4PHYMA11 Fachwissenschaftliches Kolloquium (3 LP)	
Wahlbereich (1+1 SWS/3 LP)	Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)		
Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)		
Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)		4PHYMA12 Vorbereitungsprojekt (12 LP)	
4PHYMA10 Hauptseminar (2 SWS/6 LP) (30 LP)	4PHYMA09 Masterpraktikum (4 SWS/9 LP) (30 LP)	4PHYMA13 Einarbeitungsprojekt (15 LP) (30 LP)	4PHYMA14 Masterarbeit (30 LP) (30 LP)

3) Exemplarischer Studienverlaufsplan für den englischsprachigen Masterstudiengang Physik, Beginn im Wintersemester

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
4PHYMA01 Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)	4PHYMA17 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	4PHYMA11 Fachwissenschaftliches Kolloquium (3 LP)	
	4PHYMA04 Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)		
4PHYMA15 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	4PHYMA25 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)		
4PHYMA37 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	4PHYMA24 od. 4PHYMA31 od. 4PHYMA41 Wahlbereich (1+1 SWS/3 LP)	4PHYMA12 Vorbereitungsprojekt (12 LP)	
4PHYMA09 Masterpraktikum (4 SWS/9 LP)	4PHYMA10 Hauptseminar (2 SWS/6 LP)	4PHYMA13 Einarbeitungsprojekt (15 LP)	4PHYMA14 Masterarbeit (30 LP)
(30 LP)	(30 LP)	(30 LP)	(30 LP)

4) Exemplarischer Studienverlaufsplan für den englischsprachigen Masterstudiengang Physik, Beginn im Sommersemester

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
4PHYMA04 Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)	4PHYMA15 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	4PHYMA11 Fachwissenschaftliches Kolloquium (3 LP)	
4PHYMA24 od. 4PHYMA31 od. 4PHYMA41 Wahlbereich (1+1 SWS/3 LP)	4PHYMA01 Fachkurs (4+2 SWS/9 LP)		
4PHYMA17 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)	4PHYMA37 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)		
4PHYMA25 Wahlbereich (2+2 SWS/6 LP)		4PHYMA12 Vorbereitungsprojekt (12 LP)	
4PHYMA10 Hauptseminar (2 SWS/6 LP)	4PHYMA09 Masterpraktikum (4 SWS/9 LP)	4PHYMA13 Einarbeitungsprojekt (15 LP)	4PHYMA14 Masterarbeit (30 LP)
(30 LP)	(30 LP)	(30 LP)	(30 LP)

Anlage 2: Studienverlaufspläne nach Studienmodell im fachwissenschaftlichen Kombinationsstudiengang zu Artikel 3

Nicht besetzt.

Anlage 3: Studienverlaufspläne nach Studienmodell im Lehramtsstudiengang zu Artikel 4

1) Teilstudiengang Lehramt Physik für Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschule

	4PHYMA19LAHRSGe Konzepte zur Physik	SWS	LP	4PHYMA20LA Astrophysik	SWS	LP	4PHYMA21LA Physikunterricht Praxis (Fachdidaktik)	SWS	LP	4PHYMA22LA Digitalisierung (Fachdidaktik)	SWS	LP	SWS/ Modul	LP/ Modul
1 WiSe	Struktur der Materie Übungen zur Struktur der Materie Prüfungsleistung	2	2				Schulorientiertes Experimentieren 2 (SL) Schulorientierte Umweltphysik	2	3				7	11
2 SoSe				Astrophysik Übungen zur Astrophysik Prüfungsleistung	2	2	Vorbereitungsseminar Prüfungsleistung	2	3			1	6	10
3 WiSe	Praxissemester											0	0	
4 SoSe										Computerunterstütztes Experimentieren Neue Medien im Physikunterricht Prüfungsleistung	2	2	4	6
													17	27

2) Teilstudiengang Lehramt Physik für Gymnasium/Gesamtschule

	4PHYMA23LA Masterpraktikum	SWS	LP	4PHYMA20LA Astrophysik	SWS	LP	4PHYMA21LA Physikunterricht Praxis (Fachdidaktik)	SWS	LP	4PHYMA22LA Digitalisierung (Fachdidaktik)	SWS	LP	SWS/ Modul	LP/ Modul
1 WiSe	Masterpraktikum Prüfungsleistung	4	4				Schulorientiertes Experimentieren (SL) Schulorientierte Umweltphysik	2	3				8	11
2 SoSe				Astrophysik Übungen zur Astrophysik Prüfungsleistung	2	2	Vorbereitungsseminar Prüfungsleistung	2	3			1	6	10
3 WiSe	Praxissemester											0	0	
4 SoSe										Computerunterstütztes Experimentieren Neue Medien im Physikunterricht Prüfungsleistung	2	2	4	6
													18	27

3) Teilstudiengang Lehramt Physik für Berufskollegs Modell A

	4PHYMA23LA Masterpraktikum	SWS	LP	4PHYMA20LA Astrophysik	SWS	LP	4PHYMA21LA Physikunterricht Praxis (Fachdidaktik)	SWS	LP	4PHYMA22LA Digitalisierung (Fachdidaktik)	SWS	LP	SWS/ Modul	LP/ Modul
1 WiSe	Masterpraktikum Prüfungsleistung	4	4				Schulorientiertes Experimentieren (SL) Schulorientierte Umweltphysik	2	3				8	11
2 SoSe				Astrophysik Übungen zur Astrophysik Prüfungsleistung	2	2	Vorbereitungsseminar Prüfungsleistung	2	3				6	10
3 WiSe	Praxissemester											0	0	
4 SoSe										Computerunterstütztes Experimentieren Neue Medien im Physikunterricht Prüfungsleistung	2	2	4	6

18 27

Wahlpflichtmodule

Anlage 4: Liste der Wahlpflichtmodule gemäß Artikel 2 § 8 Absatz 4

Nr.	Modul	SL	PL	LP	Experimentalphysik	Theoretische Physik	Verweis auf Modulbeschreibung
Fachkurse							
4PHYMA01	Experimentelle Festkörperphysik	1	1	9	X		Anlage 7
4PHYMA02	Experimentelle Quantenoptik	1	1	9	X		Anlage 7
4PHYMA03	Experimentelle Teilchenphysik	1	1	9	X		Anlage 7
4PHYMA04	Quanteninformationstheorie	1	1	9		X	Anlage 7
4PHYMA05	Grundlagenprobleme der Quantenmechanik	1	1	9		X	Anlage 7
4PHYMA06	Theoretische Teilchenphysik I	1	1	9		X	Anlage 7
4PHYMA07	Theoretische Teilchenphysik II	1	1	9		X	Anlage 7
4PHYMA08	Konzepte und Phänomene der Teilchenphysik	1	1	9		X	Anlage 7
Wahlbereich							
Die folgenden Wahlpflichtmodule werden unregelmäßig angeboten. Es werden mindestens zwei Wahlpflichtmodule pro Semester angeboten.							
4PHYMA15	Datenanalyse und Maschinelles Lernen in der Teilchenphysik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA16	Elektronikpraktikum	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA17	Detektorphysik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA18	Beschleunigerphysik 2	0	1	3	X		Anlage 7
4PHYMA19	Spezielle Methoden der Experimentalphysik	1	1	3	X		Anlage 7
4PHYMA20	Moderne Methoden der Röntgenphysik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA21	Festkörperphysik der Nanostrukturen	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA22	Theorie der kondensierten Materie	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA23	Röntgentomographie	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA24	Spezielle Themen der Festkörperphysik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA25	Laserspektroskopie	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA26	Nano-Optik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA27	Experimentelle Methoden der Quanten- und Nano-Optik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA28	Quantentheorie des Lichts	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA29	Mathematik der Quantenmechanik	1	1	3		X	Anlage 7
4PHYMA30	Quanteneffekte und Quantenparadoxa	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA31	Spezielle Themen der Quanten- und Nano-Optik	1	1	6	X	X	Anlage 7
4PHYMA32	Astroteilchenphysik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA33	Kosmologie	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA34	Physik am Pierre Auger Observatorium	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA35	Physik am LHC	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA36	Spezielle Themen der Teilchen- und Astroteilchenphysik	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA37	Flavourphysik	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA38	Hadronenphysik (Theoretische Physik)	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA39	Colliderphysik	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA40	Higgsphysik	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA41	Spezielle Themen der Theoretischen Teilchenphysik	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA42	Erweiterungen des Standardmodells	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA43	Effektive Feldtheorie	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA44	Berechnung von Schleifendiagrammen	1	1	6		X	Anlage 7

(Fortsetzung)							
4PHYMA45	Spezielle Kapitel der Quantenfeldtheorie	1	1	3		X	Anlage 7
4PHYMA46	Quantenoptik auf der Nanoskala	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA47	Physik der biologischen und weichen Materie	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA48	Aspekte des Maschinellen Lernens	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA49	Quantenthermodynamik	1	1	6		X	Anlage 7
4PHYMA50	Instrumentierung in der Synchrotronforschung an Großforschungsanlagen	0	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA51	Datenanalyse und Datenmanagement in der Forschung mit Synchrotronstrahlung	1	1	6	X		Anlage 7
4PHYMA52	Seminar: Aktuelle Themen der Physik	0	1	6	X	X	Anlage 7

Anlage 5: Liste der Wahlpflichtmodule gemäß Artikel 3 § 8 Absatz 4

Nicht besetzt.

Anlage 6: Liste der Wahlpflichtmodule gemäß Artikel 4 § 8 Absatz 4

Nicht besetzt.

Modulbeschreibungen

Anlage 7: Modulbeschreibungen zu Artikel 2 und 4

Bei Verwendung des Moduls in verschiedenen (Teil-)Studiengängen kann der Status „Pflicht“ bzw. „Wahlpflicht“ des Moduls je nach (Teil-)Studiengang variieren. Verbindlich ist die Angabe in der Modulübersicht in § 8 bzw. in der Anlage „Wahlpflichtmodule“ der jeweiligen FPO.

Nr.	4PHYMA01		
Modultitel	Experimentelle Festkörperphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
	Vorlesung	20	4
	Übung	20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		

Qualifikationsziele	Die Studierenden werden anhand ausgewählter Kapitel mit aktuellen Themen der Festkörperphysik vertraut gemacht und es werden ihnen die notwendigen Fachkenntnisse für den nachfolgenden Einstieg in die Masterarbeit vermittelt. In den Übungen lernen die Studierenden, festkörperphysikalische Probleme mathematisch zu formulieren und dafür Lösungen zu finden. Die Diskussion der genannten Schritte mit Kommilitoninnen und Kommilitonen und Übungsleiterinnen und Übungsleitern fördert das Verständnis und entwickelt die Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Sachverhalte.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Elektronische Struktur der Festkörper - Drudemodell, Sommerfeldmodell, Bändermodell, Kronig-Penney-Modell - Bandstrukturen ausgewählter Metalle - Optische Eigenschaften von Leitern, Plasmonen - Bloch Funktionen, Blochoszillationen - Weak and Tight-Binding Methoden - Bewegung von Elektronen im Festkörper, effektive Masse - Transportphänomene, Boltzmann-Gleichung, elektrische Leitfähigkeit von Metallen, Halbleiter - Wiedemann-Franz Gesetz, Seebeck und Peltier-Effekt - Halbleiter, Dotierung, thermische und elektrische Eigenschaften - P-N-Übergang, Transportgleichungen und Prozesse - Elektronen im Magnetfeld, Landau Niveaus, De Haas - van Alphen Effekt - Quanten-Hall-Effekt - Quantenmechanik der Austauschwechselwirkung, Arten des Magnetismus, Spin-Bahn-Kopplung - Bandmagnetismus, Stonermodell, Messung magnetischer Strukturen - Dzyaloshinskii-Moriya Wechselwirkung, Skyrmionen - Ultraschnelle Magnetisierungsdynamik - Ginzburg-Landau-Theorie der Phasenübergänge - Kritische Phänomene, kritische Exponenten, Phasendiagramme, Spinodale Struktur und Dynamik weicher Materie
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik MA Materialwissenschaften und Werkstofftechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA02		
Modultitel	Experimentelle Quantenoptik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes SoSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen ausgewählte grundlegende Experimente und theoretische Konzepte der modernen Quantenoptik kennen und es werden ihnen die notwendigen Fachkenntnisse für den nachfolgenden Einstieg in die Masterarbeit vermittelt. In den Übungen lernen die Studierenden, physikalische Probleme zu erkennen, diese in Bezug zum Vorlesungsstoff zu setzen, mathematisch zu formulieren und Lösungen zu finden. Die Diskussion der genannten Schritte mit Kommilitoninnen und Kommilitonen und Übungsleiterinnen und Übungsleitern fördert das Verständnis und entwickelt die Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Sachverhalte.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Quantisierung des elektromagnetischen Feldes - Kohärente Zustände, Gequetschte Zustände - Korrelationsfunktionen - Interferometer - Semiklassische/Quantisierte Materie-Licht-Wechselwirkung, Dressed States - Dekohärenz - Resonator-Quantenelektrodynamik - Gespeicherte Atome, Ionen, Moleküle - Laserkühlung - Bose-Einstein-Kondensation - Verschränkung - Grundzüge der Quanten-Informationsverarbeitung - Grundzüge der Quantenmetrologie und Sensorik 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja:	<input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:
			<input type="checkbox"/>
			Nach dem letzten Versuch:
	Nein:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja:	<input type="checkbox"/>	
	Nein:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA03		
Modultitel	Experimentelle Teilchenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes SoSe		
Lehrsprache	Deutsch/Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden anhand ausgewählter Themen an die vorderste Front der Forschung herangeführt. Es werden dazu die notwendigen Fachkenntnisse vermittelt, so dass die Studierenden in die Vorbereitungsphase der Masterarbeit einsteigen können. In den Übungen lernen die Studierenden, physikalische Probleme zu erkennen, diese in Bezug zum Vorlesungsstoff zu setzen, mathematisch zu formulieren und Lösungen zu finden. Die Diskussion der genannten Schritte mit Kommilitoninnen und Kommilitonen und Übungsleiterinnen und Übungsleitern fördert das Verständnis und entwickelt die Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Sachverhalte.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Standardmodell der Teilchenphysik - Berechnung von Wirkungsquerschnitten - Quark-Parton Modell, Strukturfunktionen - Physik schwerer Quarks - Schlüsselexperimente zum Standardmodell - Physik jenseits des Standardmodells 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Nr.	4PHYMA04		
Modultitel	Quanteninformationstheorie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes SoSe (im Wechsel mit 4PHYMA05)		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen fortgeschrittene theoretische Konzepte der klassischen und quantenmechanischen Informationstheorie kennen. Dadurch lernen sie, physikalische Probleme aus dem Blickwinkel der algorithmischen Komplexität zu betrachten. In den Übungen lösen die Studierenden Aufgaben zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs. So wird trainiert, physikalische Probleme zu erkennen, diese in Bezug zum Vorlesungsstoff zu setzen, mathematisch zu formulieren und Lösungen zu finden. Die Diskussion der genannten Schritte mit Kommilitoninnen und Kommilitonen und Übungsleiterinnen und Übungsleitern fördert das Verständnis und entwickelt die Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Sachverhalte.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Protokolle der Quanteninformation: Kryptographie, Teleportation - Sicherheitsanalyse der Quantenkryptographie - Quantencomputer und Quantenalgorithmen - Quantenfehlerkorrektur - Komplexitätsklassen von Problemen: P, NP, BQP, QMA - Einweg-Quantencomputer - Topologische Quanteninformationsverarbeitung 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja:	<input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/>
			Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
	Nein:	<input type="checkbox"/>	
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja:	<input type="checkbox"/>	
	Nein:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA05		
Modultitel	Grundlagenprobleme der Quantenmechanik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes SoSe (im Wechsel mit 4PHYMA04)		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen die mathematischen, physikalischen und philosophischen Grundlagenprobleme der Quantenmechanik kennen. Dadurch werden sie an aktuelle Forschungsthemen herangeführt. In den Übungen lösen die Studierenden Aufgaben zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs. So wird trainiert, physikalische Probleme zu erkennen, diese in Bezug zum Vorlesungsstoff zu setzen, mathematisch zu formulieren und Lösungen zu finden. Die Diskussion der genannten Schritte mit Kommilitoninnen und Kommilitonen und Übungsleiterinnen und Übungsleitern fördert das Verständnis und entwickelt die Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Sachverhalte.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Formalismus der Quantenmechanik - Theoreme von Gleason, Kochen-Specker und Bell - Nichtlokalität und EPR Argument - Verschränkungstheorie - Interpretation der Wellenfunktion - Messprozess in der Quantenmechanik 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA06		
Modultitel	Theoretische Teilchenphysik I		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes SoSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Quantenfeldtheorie als mathematisch-physikalische Basis der theoretischen Teilchenphysik, darüber hinaus auch für die Quantenoptik und Vielteilchenphysik. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs lernen die Studierenden in den Übungen, Aufgaben zur Modellierung und Berechnung konkreter Systeme der Quantenfeldtheorie zu lösen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Darstellungen der Lorentzgruppe - Quantisierung freier Felder, Fermionen und Bosonen - Klein-Gordon- und Dirac-Gleichung - Lagrangedichte und Noether-Theorem - Wechselwirkende Felder, Störungstheorie und Feynman-Diagramme - ϕ^4-Theorie und Quantenelektrodynamik - Berechnung von Streuquerschnitten und Zerfallsraten - Grundbausteine des Standardmodells, Higgs-Mechanismus 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA07		
Modultitel	Theoretische Teilchenphysik II		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die theoretischen Konzepte, die insbesondere bei der Quantisierung von Eichtheorien zum Tragen kommen. Dazu gehören die Herleitung von Korrelationsfunktionen in der Quantenfeldtheorie im Pfadintegralformalismus und die damit verbundenen Symmetriebetrachtungen. Die Studierenden können die Renormierung von Feldern und zusammengesetzten Operatoren im Rahmen des Standardmodells nachvollziehen und beherrschen die dazu notwendigen Berechnungsmethoden von Schleifenintegralen. Sie können die erlernten Methoden für theoretische Präzisionsvorhersagen von elementaren Observablen in der Teilchenphysik anwenden.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Pfadintegralformalismus, effektive Wirkung - Symmetrien und Ward-Takahashi-Identitäten - Quantisierung von nicht-abelschen Eichtheorien - Fadeev-Popov-Geister und BRST-Symmetrie - Schleifenintegrale und Renormierung - Operatorproduktentwicklung - Hadronische Strukturfunktionen und Partonverteilungsfunktionen - Anwendung auf elementare Standardmodell-Prozesse am LHC 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Das Modul 4PHYMA06 sollte erfolgreich absolviert worden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Nr.	4PHYMA08		
Modultitel	Konzepte und Phänomene der Teilchenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte des Standardmodells der Teilchenphysik. Der Schwerpunkt wird hierbei auf ein pragmatisches Erlernen der relevanten Methoden und die konkrete Berechnung von Wechselwirkungsprozessen von Elementarteilchen gelegt. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs lernen die Studierenden in den Übungen, Aufgaben zur störungstheoretischen Berechnung von elementaren Streuprozessen zu lösen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsorientierte Einführung in das Standardmodell der Teilchenphysik - Auffrischkurs Quantenmechanik und Relativitätstheorie - Relativistische Wellengleichungen - Wechselwirkungen, Störungstheorie und Feynman-Regeln - Lagrangeformalismus - Globale Symmetrien, Eichsymmetrien - Elektromagnetische Wechselwirkung, Quantenelektrodynamik (QED) - Starke Wechselwirkung, Quantenchromodynamik (QCD) - Standardmodell der Teilchenphysik, Higgsmechanismus, Flavour - Effektive Theorien 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Nr.	4PHYMA09		
Modultitel	Masterpraktikum		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch, ggf. Deutsch		
LP	9 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	210 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Praktikum		12	4
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Versuchsprotokolle Form und Umfang der Protokolle werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		3-6 Protokolle
Studienleistungen			
Qualifikationsziele	Die Studierenden vertiefen anhand von selbst durchgeführten Experimenten ihre praktischen Fertigkeiten und werden an das eigenständige wissenschaftliche Arbeiten herangeführt. Durch die quantitative Auswertung der Experimente lernen die Studierenden den Umgang mit Analyseprogrammen und vertiefen ihre Kenntnisse der Fehlerrechnung. Eine kritische Bewertung von Aufbau und Durchführung des Versuchs sowie der Resultate ist Teil des Protokolls.		
Inhalte	<p>Eine Auswahl von Versuchen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lebensdauer π-μ-K - Silizium Photomultiplier - Halbleiterdetektoren und Elektronik - Laserspektroskopie am Rubidium - Top-Quark-Physik an Large Hadron Collider - Röntgenreflektometrie - Röntgen-Fluoreszenzanalyse - Oberflächenplasmonenresonanzspektroskopie - Optically Detected Magnetic Resonance (ODMR) - Rastertunnelmikroskop - Rasterkraftmikroskop - Computerunterstützte Berechnung von Wirkungsquerschnitten in der QED - Einschleifenrenormierung in der QED - Messung und Analyse von einfachen Observablen in der Gittereichtheorie - Monte Carlo Techniken in der Teilchenphysik - Quantencomputer <p>Vor dem Versuch findet jeweils ein Gespräch statt, um festzustellen, ob der Versuch erfolgreich durchgeführt werden kann. Zu jedem Versuch ist ein vollständiges Protokoll abzugeben.</p>		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik LA BA Physik GymGe LA BA Physik BK-A MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input type="checkbox"/>	
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA10		
Modultitel	Hauptseminar		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	SoSe ggf. auch WiSe		
Lehrsprache	Englisch, ggf. Deutsch		
LP	6 LP		
SWS	2 SWS		
Präsenzstudium	30 h		
Selbststudium	150 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Seminar		12	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme mit Vortrag		Vortrag 20-40 Min.
Studienleistungen			
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen, wie man unter Verwendung von Fachliteratur einen Seminarvortrag über ein ausgewähltes Thema vorbereitet und unter Anwendung fortgeschrittener Präsentationstechniken hält.		
Inhalte	Fragestellungen aus den Forschungsgebieten des Departments: - Festkörperphysik und Röntgenoptik - Quantenoptik und Nano-Optik - Teilchen- und Astroteilchenphysik		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Nr.	4PHYMA11		
Modultitel	Fachwissenschaftliches Kolloquium		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe und SoSe		
Lehrsprache	Englisch, ggf. Deutsch		
LP	3 LP		
SWS			
Präsenzstudium	0 h		
Selbststudium	90 h		
Workload	90 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Selbststudium		12	
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung		30-45 Min.
Studienleistungen			
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben umfassende Einsichten in einen Forschungsbereich. Sie sind in der Lage, sich in einen Schwerpunktbereich einzuarbeiten und darüber umfassend Auskunft zu geben.		
Inhalte	Innerhalb des Moduls werden Forschungsthemen basierend auf den individuell gewählten Wahlpflichtmodulen „Fachkurse“ und „Wahlbereich“ vertieft.		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfungsleistung ist der erfolgreiche Abschluss eines Wahlpflichtmoduls aus dem Bereich „Fachkurs“ mit 9 LP und eines Wahlpflichtmoduls aus dem Bereich „Wahlbereich“ mit 6 LP. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Nr.	4PHYMA12		
Modultitel	Vorbereitungsprojekt		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe und SoSe		
Lehrsprache	Englisch, ggf. Deutsch		
LP	12 LP		
SWS			
Präsenzstudium	0 h		
Selbststudium	360 h		
Workload	360 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Angeleitetes Selbststudium			
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen			
Studienleistungen	Arbeitsprobe oder Kurzreferat Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Im Vorbereitungsprojekt werden vorbereitende Aufgabenstellungen bearbeitet. Damit sollen die Studierenden zeigen, dass sie sich die speziellen fachlichen Kenntnisse und Methoden soweit angeeignet haben, dass sie sie zur Bearbeitung von Fragestellungen aus dem Gebiet, dem das Thema der Masterarbeit entstammen soll, erfolgreich anwenden können.		
Inhalte	Themenstellung je nach Ausrichtung der Arbeit		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Studienleistung		

Nr.	4PHYMA13		
Modultitel	Einarbeitungsprojekt		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe und SoSe		
Lehrsprache	Englisch, ggf. Deutsch		
LP	15 LP		
SWS			
Präsenzstudium	0 h		
Selbststudium	450 h		
Workload	450 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Angeleitetes Selbststudium			
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen			
Studienleistungen	Arbeitsprobe oder Kurzreferat Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Das Einarbeitungsprojekt dient dem vertieften Studium und dem Erwerb der Kenntnis der wissenschaftlichen Literatur und des aktuellen Standes des Spezialgebietes, dem das Thema der Masterarbeit entstammen soll. Spezielle experimentelle Messverfahren und Auswertemethoden oder theoretische Modelle und Berechnungsverfahren sollen erarbeitet und an einfachen Beispielen nachvollzogen werden.		
Inhalte	Themenstellung je nach Ausrichtung der Arbeit		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfungsleistung ist der erfolgreiche Abschluss des Moduls 4PHYMA12. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Studienleistung		

Nr.	4PHYMA14		
Modultitel	Masterarbeit		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes Semester		
Lehrsprache	Deutsch/Englisch		
LP	30 LP		
SWS			
Präsenzstudium	0 h		
Selbststudium	900h		
Workload	900 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Anfertigung einer Masterarbeit		6 Monate, ca. 60 Seiten
Studienleistungen			
Qualifikationsziele	Die Studierenden führen unter Anleitung eine wissenschaftliche Arbeit an der vordersten Front der Forschung durch. Dabei erlernen sie Techniken zur Durchführung dieser Forschung. Die Anfertigung der Abschlussarbeit schult die Fertigkeit, die eigenen Forschungsarbeiten für andere verständlich aufzuarbeiten.		
Inhalte	Themenstellung je nach Ausrichtung der Arbeit		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit ist der erfolgreiche Abschluss der Module „Fachkurse“ (2 Wahlpflichtmodule), des Masterpraktikums (4PHYMA09), des Hauptseminars (4PHYMA10), des Fachwissenschaftlichen Kolloquiums (4PHYMA11), des Vorbereitungsprojektes (4PHYMA12) und des Einarbeitungsprojektes (4PHYMA13). Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Nr.	4PHYMA15		
Modultitel	Datenanalyse und Maschinelles Lernen in der Teilchenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen die wichtigsten Konzepte und Werkzeuge kennen, die für die Durchführung statistischer Analysen experimenteller Daten benötigt werden, insbesondere im Bereich der Hochenergiephysik, wo der Einsatz von Techniken des maschinellen Lernens zunehmend an Bedeutung gewinnt. Während Wahrscheinlichkeitstheorie und grundlegende Statistik eingeführt werden, liegt der Schwerpunkt auf fortgeschritteneren Konzepten, wie sie in Experimenten der Teilchenphysik bei Entdeckungen, Messungen oder zur Festlegung von Ausschlussgrenzen angewendet werden. Das sich schnell entwickelnde Gebiet des maschinellen Lernens wird in der zweiten Hälfte des Kurses behandelt, einschließlich der Klassifizierung neuronaler Netze und Entscheidungsbäume.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in statistische Methoden: Wahrscheinlichkeit, Verteilungen und Fehler - Monte-Carlo-Methoden - Parameterabschätzung - Konfidenzintervalle, Hypothesentests - Lineare Regression und Klassifikation - Kostenfunktionen, Regularisierung, Gradientenabstieg - Neuronale Netze, Entscheidungsbäume, Clustering - Aktuelle Entwicklungen und Anwendungen im Deep Learning 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA16		
Modultitel	Elektronikpraktikum		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Deutsch/Englisch		
LP	6 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	90 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		12	2
Übung		12	4
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Elektronik vertraut gemacht. Dazu werden in einer integrierten Veranstaltung sowohl die Grundlagen im Vorlesungsstil vermittelt als auch Versuche durchgeführt. Die zu untersuchenden Elektronikschaltungen werden dabei parallel als Versuche aufgebaut und mit PSPICE auf dem PC simuliert. Die Studierenden lernen sowohl den Umgang mit den Bauteilen als auch mit CAD-Programmen. Der kritische Vergleich der Messungen an den tatsächlichen Schaltungen mit den Simulationen ist ein weiteres Lernziel.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in PSPICE - Passive Bauelemente: Widerstand, Kondensator, Spule - Einführung in die Halbleiterphysik - Diodenschaltungen - Transistorschaltungen - Feldeffekttransistoren - Operationsverstärker 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA17		
Modultitel	Detektorphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	3
Übung		20	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Detektorphysik vertraut gemacht. Sie lernen die Funktionsweise von Detektoren zu verstehen und die physikalischen Prinzipien, die für die Erzeugung von Signalen verantwortlich sind. Sie lernen die Anwendungsfelder verschiedener Arten von Detektoren kennen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkung zwischen Teilchen und Materie - Detektoreigenschaften - Gasgefüllte Detektoren - Festkörperdetektoren - Teilchenidentifikation - Medizinische Anwendungen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA18		
Modultitel	Beschleunigerphysik 2		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Deutsch/Englisch		
LP	3 LP		
SWS	2 SWS		
Präsenzstudium	30 h		
Selbststudium	60 h		
Workload	90 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	1
Praktikum		12	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Praktikumsbericht		ca. 25 Seiten
Studienleistungen			
Qualifikationsziele	Aufbauend auf die allgemeine Beschleunigerphysik werden Studierende mit den Grundlagen der supraleitenden HF (SRF) vertraut gemacht – eine Schlüsseltechnologie für viele moderne Beschleuniger. Dazu werden in einer integrierten Veranstaltung sowohl die Grundlagen im Vorlesungsstil als auch mit rechnergestützten Simulationen vermittelt. Die Studierenden erlangen somit die Fähigkeit im Bereich der Beschleunigerphysik, sowie SRF, Masterarbeiten zu absolvieren.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Rückblick Kupfer HF Kavitäten und deren Grenzen (Verluste, HOMs) - Vorteile der supraleitenden Resonatoren - Einführung in die Supraleitung und Theorie der supraleitenden HF Systeme - Praktische Grenzen von SRF Resonatoren und Lösungen - Produktion und Behandlung von SRF Systemen - Komponenten für den Betrieb von SRF Kavitäten im Beschleuniger - Praktikum: Simulationen und Optimierung von SRF Systemen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA19		
Modultitel	Spezielle Methoden der Experimentalphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	3 LP		
SWS	2 SWS		
Präsenzstudium	30 h		
Selbststudium	60 h		
Workload	90 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	1
Übung		20	1
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf Grundkenntnissen in der Experimentalphysik sollen die Studierenden einige spezielle Methoden aus diesem Bereich kennenlernen.		
Inhalte	Das Modul kann beispielsweise folgende Themen beinhalten: - Hochauflösende Methoden der Oberflächenforschung - Photoemissionsspektroskopie - Erzeugung tiefer Temperaturen - Ultrahochvakuumtechnik - (Astro-)teilchenphysikalische Messmethoden		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA20		
Modultitel	Moderne Methoden der Röntgenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte der Röntgenphysik. Sie verstehen die Entstehung der Strahlung und die physikalischen Mechanismen der Wechselwirkungsprozesse. Die mathematischen Grundlagen zur Beschreibung von Interferenzphänomenen in der kondensierten Materie werden beherrscht und können selbständig angewendet werden. Die Studierenden verstehen wie mittels Röntgenstrahlung die atomaren Eigenschaften von kondensierter Materie gemessen werden können. Die Kenntnis moderner kohärenzbasierter und zeitaufgelöster Methoden versetzt die Studierenden in die Lage, eine Bachelor bzw. Masterarbeit im Bereich der Forschung mit Synchrotronstrahlungsquellen bzw. freien Elektronen-Lasern durchzuführen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie - Absorption, Streuung, harte und weiche Röntgenstrahlung - Quellen für Röntgenstrahlung - Röhren, Synchrotron und Freie Elektronen Laser - Beugung an Kristallen, amorphen Systemen, Nanostrukturen - Laue Gleichungen, Ewald- Kugel, Beugungsmethoden - Phononenspektroskopie, Gitterschwingungen, Debye-Waller-Faktor - Magnetische Beugung, XMCD Effekt, resonante Streuung - Kohärenz - Ultraschnelle Röntgenbeugung - Anwendungen in der Nanowissenschaft 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology MA Materialwissenschaften und Werkstofftechnik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten	MA Nanoscience and Nanotechnology: Freiversuch nach Artikel 2 § 10a; Notenverbesserung nach Artikel 2 § 10 Absatz 3.	

Nr.	4PHYMA21		
Modultitel	Festkörperphysik der Nanostrukturen		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes SoSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die fundamentalen Konzepte und Methoden der Festkörperphysik der Nanostrukturen. Sie können verschiedene Methoden in ihrer vollen Breite beschreiben. Dazu gehören die zugrundeliegenden physikalischen Effekte. Sie können die mit diesen Methoden erzielten Resultate kritisch bewerten.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Elektronische Struktur und Zustandsdichte in 3D, 2D, 1D und 0D - Generelle Lösung der Schrödingergleichung im Potenzialtopf - Quantenzustände in 1D und 0D Nanostrukturen - Oberflächenkristallographie - Chemisorption und Physisorption, heterogene Katalyse - 2D-Materialien (Graphen, hexagonales Bornitrid, Übergangsmetalle der Dichalkogenide) - Dirac-artige Bandstrukturen - Geometrische Struktur und Bandstruktur von Halbleiter-Nanostrukturen - Einfluss von Verunreinigungen und Gitterverzerrungen auf die Bandstruktur von Halbleiter-Nanostrukturen - Exzitonen und Ladungsträgerrekombination - Perowskit Materialien - Molekulare Elektronik - Methoden zur Herstellung von Nanostrukturen, dünnen Schichten und zweidimensionalen Materialien - Hochauflösende Mikroskopische Methoden (STM, AFM, SEM, TEM) - Anwendungen von Nanostrukturen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology MA Materialwissenschaften und Werkstofftechnik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		

Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung
---	--

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten	MA Nanoscience and Nanotechnology: Freiversuch nach Artikel 2 § 10a; Notenverbesserung nach Artikel 2 § 10 Absatz 3.	

Nr.	4PHYMA22		
Modultitel	Theorie der kondensierten Materie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den theoretischen Grundlagen und elementaren Modellen der Theorie der kondensierten Materie vertraut gemacht und lernen, wesentliche Konzepte und Zusammenhänge in der modernen Quantenfeldtheorie zu erfassen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Quantenfeldtheorie für Vielteilchensysteme - Pfad- und Feldintegral für Bosonen und Fermionen - Matsubara-Formalismus - Störungsrechnung - Elektronenstruktur im Festkörper - Supraleitung - Modellierung von Phasenübergängen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten	MA Nanoscience and Nanotechnology: Freiversuch nach Artikel 2 § 10a; Notenverbesserung nach Artikel 2 § 10 Absatz 3.	

Nr.	4PHYMA23		
Modultitel	Röntgentomographie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Röntgentomographie und deren praktischer Anwendung im Experiment vertraut gemacht. Das Verständnis, die experimentelle und datenanalytische Kompetenz werden in einer theoretischen und praktischen Abschlussarbeit vermittelt.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlage der Röntgenphysik - Theorie der Bildgebung - Fourierscheiben-Theorem - Tomographische Rekonstruktion - Artefakte - Bildbearbeitung und -analyse - 3D-Visualisierung und Datenverarbeitung - Laborversuch Tomographie - Praktische Durchführung tomographischer Rekonstruktion - Praktische Durchführung 3D Visualisierung 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA24		
Modultitel	Spezielle Themen der Festkörperphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	jährlich		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
	Vorlesung	20	2
	Übung	20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf Grundkenntnissen in der Festkörperphysik sollen die Studierenden einige spezielle Themen aus diesem Forschungsbereich kennenlernen.		
Inhalte	Das Modul kann beispielsweise folgende Themen beinhalten: - dünne Schichten und zweidimensionale Materialien - topologische Materialien - Materialien der Quanteninformationstechnologie - supramolekulare Strukturen		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA25		
Modultitel	Laserspektroskopie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den Instrumenten und Methoden der Laserspektroskopie vertraut gemacht. Über die Kenntnis des Atomaufbaus und dessen Abhängigkeit von Umgebungsgrößen sowie der Licht-Materie-Wechselwirkung kann die Nutzung des Atoms als Sensor verstanden werden. Weiterhin erlernen die Studierenden wie aus dem spektroskopischen Fingerabdruck Information über Probenzusammensetzung und Zustandsgrößen wie Druck oder Temperatur extrahiert werden können. Moderne laserspektroskopische Methoden zur Nutzung von Atomen als Frequenzstandard sowie Methoden zur Zustandsmanipulation werden vermittelt.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Atome, Moleküle und ihre Wechselwirkung mit Licht und statischen und dynamischen elektromagnetischen Feldern - Kohärente Wechselwirkung, Dekohärenz, Optische Bloch-Gleichungen und Ratengleichungen - Grundlagen spektroskopischer Instrumente: z. B. Matrizenoptik, Resonatoren, Wellenlängenselektion - Laser: Aufbau und Eigenschaften, Lasermoden, kontinuierliche Laser, gepulste Laser, Lasermodulation - Lineare Spektroskopie: Absorption, Emission, Methoden zur Empfindlichkeitssteigerung, Messungen von Dichten, Feldern, Temperaturen - Nichtlineare Spektroskopie: z. B. Sättigungsspektroskopie, Frequenzmischung und Erzeugung von Harmonischen - Moderne Laseranwendungen: Präzisionsspektroskopie, Frequenzkamm, Laserkühlung 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		

Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung
---	--

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA26		
Modultitel	Nano-Optik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Vertieftes Kennenlernen der grundlegenden Phänomene der Nano-Optik, die teilweise anhand von Vorführexperimenten erläutert werden. In den Übungen wird trainiert, physikalische Probleme zu erkennen, diese in Bezug zum Vorlesungsstoff zu setzen, mathematisch zu formulieren und Lösungen zu finden. Die Diskussion der genannten Schritte mit Kommilitoninnen und Kommilitonen und Übungsleiterinnen und Übungsleitern fördert das Verständnis und entwickelt die Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Sachverhalte.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Theoretische Grundlagen - Ausbreitung und Fokussierung von optischen Feldern - Auflösung und Lokalisierung - Nanoskalige optische Mikroskopie - Optische Wechselwirkungen und Quantenemitter - Einzelmolekülspektroskopie - Photonische Kristalle - Oberflächenplasmon-Polaritonen - Optische Antennen - Optische Kräfte 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten	MA Nanoscience and Nanotechnology: Freiversuch nach Artikel 2 § 10a; Notenverbesserung nach Artikel 2 § 10 Absatz 3.	

Nr.	4PHYMA27		
Modultitel	Experimentelle Methoden der Quanten- und Nano-Optik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes zweite SoSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen einige grundlegende experimentelle Techniken kennen, die für moderne Experimente der Quanten- und Nanooptik wichtig sind. Der Einblick in dieses Repertoire an Techniken erleichtert den Studierenden den Einstieg in das eigenständige Experimentieren im Rahmen einer Masterarbeit. In den Übungen, auch im Labor, lernen die Studierenden praxisnah den Umgang mit modernen Instrumenten.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentierung in Nano- und Quantenoptik: Grundlagen und praktische Ausbildung - Ortsaufgelöste Einzelphotonendetektion - Zeitkorrelierte Einzelphotonendetektion - Konfokale Mikroskopie - Lock-In Verstärker - Akusto- und elektrooptische Modulation von Laserlicht - Diodenlaser, Lasersysteme - Methoden der Laserstabilisierung - Erzeugung maßgeschneiderter Radiofrequenzimpulse - Vakuumtechnologie - Präzise Bewegung und Positionierung 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten	MA Nanoscience and Nanotechnology: Freiversuch nach Artikel 2 § 10a; Notenverbesserung nach Artikel 2 § 10 Absatz 3.	

Nr.	4PHYMA28		
Modultitel	Quantentheorie des Lichts		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Verständnis der theoretischen Konzepte und Methoden der Quantenoptik. Es werden die theoretischen Konzepte vermittelt, die für ein Verständnis von Forschungsliteratur in der Quantenoptik notwendig sind. Die Studierenden lernen in der Vorlesung und den Übungen moderne Methoden zur Modellierung quantenoptischer Systeme.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Quantisierung des elektromagnetischen Feldes - Kohärente und gequetschte Zustände - Licht-Materie-Wechselwirkung - Offene Quantensysteme 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA29		
Modultitel	Mathematik der Quantenmechanik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	3 LP		
SWS	2 SWS		
Präsenzstudium	30 h		
Selbststudium	60 h		
Workload	90 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	1
Übung		20	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Verständnis der mathematischen Struktur der Quantenmechanik, insbesondere der modernen Formulierung von Quantenkanälen und Messungen		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Theorie der Hilberträume und Spektraldarstellung - Zustände und Effekte - Observable und gemeinsame Messbarkeit - Vollständig positive Abbildungen und Kanäle - Verallgemeinerte Messungen (POVMs) und Instrumente - Tensorprodukte 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA30		
Modultitel	Quanteneffekte und Quantenparadoxa		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen überraschende Effekte der Quantenmechanik, die teilweise auch technologisch relevant sind. Dadurch wird der Unterschied zur klassischen Physik sichtbar.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkungsfreie Messung - Zeno-Effekt - Mehrfachspaltexperimente - Aharonov-Casher-Effekt - Überlichtschnelles Tunneln - Zufall in Quantenmessungen - Wigners Freund - Das Meßproblem & Dekohärenz 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA31		
Modultitel	Spezielle Themen der Quanten- und Nano-Optik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf Grundkenntnissen in der Quanten- und Nano-Optik sollen die Studierenden einige spezielle Themen aus diesem Forschungsbereich kennenlernen.		
Inhalte	Das Modul kann beispielsweise folgende Themen beinhalten: - Quantenmetrologie - Quantenfehlerkorrektur - Quantensimulationen - Implementationen des Quantencomputing - Photonquellen - Farbzentren in Diamant		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA32		
Modultitel	Astroteilchenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Deutsch/Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Astroteilchenphysik vertraut gemacht. Es werden zudem Einsichten in aktuelle Forschungsgebiete der Astroteilchenphysik vermittelt.		
Inhalte	Kosmische Strahlung: direkte und indirekte Beobachtung, Beschleunigung und Quellen, Propagation, Luftschauer, Experimente Aktuelle Ergebnisse: Fluss, Zusammensetzung, Anisotropien, Wechselwirkungsprozesse, neue Physik Gamma-Astronomie: Gamma-Ray-Bursts, TeV-Gamma-Astronomie Neutrino-Astronomie: Sonne, Supernova 1987a, Hochenergieneutrinos		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA33		
Modultitel	Kosmologie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Deutsch/Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Kosmologie vertraut gemacht. Sie lernen Beobachtungsmethoden und mathematische Beschreibungen des Universums kennen. Es werden zudem Einsichten in aktuelle Forschungsgebiete der Kosmologie vermittelt.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Beobachtungsinstrumente - Weltmodelle, Standardmodell der Kosmologie - Bestimmung der kosmologischen Parameter - Dunkle Energie, Dunkle Materie - Urknall, Inflation - Elemententstehung - Kosmische Hintergrundstrahlung - Strukturbildung 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
		Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA34		
Modultitel	Physik am Pierre Auger Observatorium		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Deutsch/Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Das internationale Pierre-Auger-Observatorium ist das weltweit größte Experiment zur Messung der kosmischen Strahlung bei höchsten Energien. Von den physikalischen Grundlagen, über das Messprinzip und Datenanalyse, bis hin zu aktuellen Resultaten und offenen Fragen lernen die Studierenden wesentliche Aspekte dieses aktuellen Forschungszweiges aus erster Hand kennen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Luftschauer - Auger-Detektoren - Kosmische Strahlung - Energiespektrum - Massenzusammensetzung - Anisotropien - Suche nach ultrahochenergetischen Photonen und Neutrinos - Suche nach Verletzung der Lorentzinvarianz - Hadronische Wechselwirkungen bei höchsten Energien 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA35		
Modultitel	Physik am LHC		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen die Prozesse in Proton-Proton-Kollisionen kennen. Sie werden an die aktuellen Ergebnisse des LHC herangeführt und somit auf die Forschungsarbeit in der experimentellen Teilchenphysik vorbereitet. Die Studierenden können Jetalgorithmen verstehen und anwenden. Die Schnittstellen zwischen theoretischer und experimenteller Teilchenphysik werden verdeutlicht.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Harter Streuprozess - Hadronisierung - Jetalgorithmen - Strukturfunktionen - Eichbosonenerzeugung - Physik des Top-Quarks - Physik des Higgs-Bosons 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA36		
Modultitel	Spezielle Themen der Teilchen- und Astroteilchenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf Grundkenntnissen in der experimentellen Teilchenphysik sollen die Studierenden einige spezielle Themen kennenlernen, die für die aktuellen Experimente der Teilchen- und Astroteilchenphysik relevant sind.		
Inhalte	Das Modul kann beispielsweise folgende Themen beinhalten: - Top- und Bottom-Quarks - Multimessengerastronomie - Physik in der Medizinanwendung - Physik bei höchsten Energien		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA37		
Modultitel	Flavourphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Das Ziel der Vorlesung besteht darin, den Studierenden einen Überblick über die modernen Methoden der Flavourphysik zu vermitteln. Auf der theoretischen Seite sollen die Grundlagen des Standardmodells für die Flavourphysik erlernt werden, auf der experimentellen Seite werden die grundlegenden Techniken der aktuellen und geplanten Experimente der Flavourphysik erlernt.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Flavourphysik in Experiment und Theorie - Einführung in die Flavourphysik - Flavour im Standardmodell - CKM Matrix - Messungen von CKM Matrixelementen - Physik des Top-Quarks - Verletzung der CP Symmetrie - Effektive Wechselwirkung für schwache Zerfälle - Seltene Zerfälle in Experiment und Theorie - Flavourphysik von Leptonen <p>Das Modul ist als integrierter Kurs zwischen Experiment und Theorie konzipiert. Die theoretischen Vorlesungen werden von einem Siegener Theoretiker, die experimentellen von einem Dortmunder Experimentalphysiker gelesen.</p>		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Das Modul 4PHYMA06 oder 4PHYMA08 sollte erfolgreich absolviert sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/>	
		Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>	
	Nein: <input type="checkbox"/>		
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA38		
Modultitel	Hadronenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit dem Aufbau von Mesonen und Baryonen im Quarkmodell, der Nomenklatur und den relevanten Quantenzahlen vertraut. Die Studierenden können hadronische Zerfälle und Streuprozesse im Partonbild beschreiben und auf die relevanten hadronischen Größen reduzieren. Die Studierenden kennen die approximativen Symmetrien und die daraus resultierenden theoretischen Methoden, um elementare hadronische Observable quantitativ abzuschätzen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Quarkstruktur und Spektroskopie von Hadronen - Isospin, Hyperladung, SU(3) Flavoursymmetrie - Symmetrien von Hadronen mit schweren Quarks - Phänomenologie von hadronischen Zerfällen und Streuprozessen - Hadronische Strukturfunktionen - Zerfallskonstanten und Formfaktoren - Chirale Störungstheorie - Effektive Theorie schwerer Quarks - Operatorproduktentwicklung, Quark- und Gluonkondensate - Analytizität, Unitarität und Dispersionsrelationen - QCD-Summenregeln und Lichtkegelsummenregeln 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Die Module 4PHYMA06, 4PHYMA07 sollten erfolgreich absolviert worden oder entsprechende Kenntnisse vorhanden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA39		
Modultitel	Colliderphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	3
Übung		20	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Den Studierenden werden die Grundlagen der theoretischen Colliderphysik vermittelt, insbesondere verstehen sie wie Ultraviolett- und Infrarotdivergenzen in der Störungsentwicklung der Quantenchromodynamik zu interpretieren sind. Darüber hinaus lernen sie grundlegende Konzepte der Jetphysik kennen und sie bekommen einen Einblick in die wichtigsten Streuprozesse des LHC.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Quantenchromodynamik, Renormierung - e^+e^- Streuung, Infrarotsingularitäten - Jet-Algorithmen, Event-shape Variablen - Operatorproduktentwicklung - Tiefinelastische Streuung, Parton Modell - Partonverteilungsfunktionen, DGLAP Gleichungen - Proton-Proton Streuung, Drell-Yan Produktion - Einführung in die Soft-Collinear Effective Theory 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Die Module 4PHYMA06, 4PHYMA07 sollten erfolgreich absolviert worden oder entsprechende Kenntnisse vorhanden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA40		
Modultitel	Higgsphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit phänomenologischen Aspekten und theoretischen Konzepten der Higgsphysik vertraut gemacht. Sie lernen, Motivation und mögliche Szenarien für neue Phänomene im Kontext des aktuellen Wissensstands der Teilchenphysik einzuschätzen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Spontane Symmetriebrechung in der Quantenfeldtheorie - Higgs-Mechanismus im Standardmodell der Teilchenphysik - Zerfälle des Higgs-Bosons - Produktion des Higgs-Bosons an e^+e^- und pp-Collidern - Strahlungskorrekturen zu Higgs-Prozessen - Anomale Higgs-Kopplungen und effektive Theorie - Erweiterte Higgs-Modelle 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Das Modul 4PHYMA06 sollte erfolgreich absolviert worden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA41		
Modultitel	Spezielle Themen der Theoretischen Teilchenphysik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf Grundkenntnissen in der theoretischen Teilchenphysik sollen die Studierenden einige spezielle Themen kennenlernen, die für die Phänomenologie des Standardmodells oder dessen Erweiterungen relevant sind.		
Inhalte	Das Modul kann beispielsweise folgende Themen beinhalten: - Top-Quark Paarproduktion an der Erzeugungsschwelle - Lebensdauer schwerer Mesonen - Theoretische Kosmologie		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Die Module 4PHYMA06, 4PHYMA07 sollten erfolgreich absolviert worden oder entsprechende Kenntnisse vorhanden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA42		
Modultitel	Erweiterungen des Standardmodells		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit den Unzulänglichkeiten des Standardmodells der Teilchenphysik vertraut, welche die Suche nach „neuer Physik“ an aktuellen Beschleunigerexperimenten motivieren. Die Studierenden kennen die theoretischen Konzepte, die zur Konstruktion von Modellen jenseits des Standardmodells benutzt werden und wissen, mit Hilfe welcher Observablen solche Ansätze bestätigt oder ausgeschlossen werden können.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Offene Fragen im Standardmodell - Supersymmetrie und Poincaré-Gruppe - Konstruktion und Phänomenologie des MSSM - Theorien mit vereinheitlichter Eichgruppe: SU(5), SO(10), Pati-Salam - Little-Higgs-Modelle und Compositeness - Modelle mit extra Raumzeit-Dimensionen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Die Module 4PHYMA06, 4PHYMA07 sollten erfolgreich absolviert worden oder entsprechende Kenntnisse vorhanden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA43		
Modultitel	Effektive Feldtheorie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	3
Übung		20	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen die Grundlagen der effektiven Feldtheorien zu beherrschen und auf verschiedene physikalische Beispiele anzuwenden. Konkrete Lernziele der Vorlesung sind insbesondere ein vertieftes Verständnis der Renormierung in der Quantenfeldtheorie und die sichere Anwendung von Renormierungsgruppenmethoden in verschiedenen Bereichen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - UV-Divergenzen, Renormierung, Renormierungsgruppenmethoden - Effektive Lagrangedichten, Matching, Feldredefinitionen - Dimensionale Regularisierung und Methode der Regionen - Summation von großen Logarithmen in der Störungstheorie - Euler-Heisenberg Theorie - Effektive schwache Wechselwirkung - Chirale Störungstheorie - Effektive Theorie schwerer Quarks - Soft-Collinear Effective Theory 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Die Module 4PHYMA06, 4PHYMA07 sollten erfolgreich absolviert worden oder entsprechende Kenntnisse vorhanden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA44		
Modultitel	Berechnung von Schleifendiagrammen		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	3
Übung		20	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Berechnung von Strahlungskorrekturen in der Quantenfeldtheorie erfordert die Berechnung sogenannten Schleifenintegralen. Basierend auf der Methode der dimensional Regularisierung lernen die Studierenden analytische und numerische Methoden zur Berechnung solcher Integrale kennen. Sie verstehen den Zusammenhang mit Streu- und Zerfallsprozessen an Beschleunigern. In den Übungen vertiefen die Studierenden den Vorlesungsstoff und machen sich mit vorhandenen Rechenpaketen zur Berechnung von Schleifendiagrammen am Computer vertraut.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften von Schleifenintegralen in Dimensionaler Regularisierung - Feynman und Schwinger Parameter - Methode der Sektorzerlegung - Mellin-Barnes Darstellungen - Integration-by-parts Methoden, Reduktion auf Masterintegrale - Methode der Differentialgleichungen - Asymptotische Entwicklungen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Die Module 4PHYMA06, 4PHYMA07 sollten erfolgreich absolviert worden oder entsprechende Kenntnisse vorhanden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA45		
Modultitel	Spezielle Kapitel der Quantenfeldtheorie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	3 LP		
SWS	2 SWS		
Präsenzstudium	30 h		
Selbststudium	60 h		
Workload	90 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	1
Übung		20	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf Grundkenntnissen in der Quantenfeldtheorie sollen die Studierenden einige spezielle Eigenschaften von Quantenfeldtheorien kennenlernen, die in verschiedenen Bereichen der Physik relevant sind. Lernziel ist ein sicherer und kritischer Umgang mit fortgeschrittenen Methoden der Quantenfeldtheorie.		
Inhalte	Das Modul kann beispielsweise folgende Themen beinhalten: - Mathematische Grundlagen von Eichtheorien - Anomale Symmetrien - Nichtstörungstheoretische Aspekte der Quantenfeldtheorie - Starkes CP-Problem und Axionen - Asymptotische Entwicklung von Schleifenintegralen		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Die Module 4PHYMA06, 4PHYMA07 sollten erfolgreich absolviert worden oder entsprechende Kenntnisse vorhanden sein.		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch:	<input type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch:	<input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA46		
Modultitel	Quantenoptik auf der Nanoskala		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes zweite SoSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen und sind in der Lage, fortgeschrittene Konzepte in Bezug auf quantenoptische Prozesse auf der Nanoskala anzuwenden. Sie kennen aktuelle wissenschaftliche Entwicklungen in diesem Gebiet.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Grundlagen und die zukünftigen Anwendungen der Quantenoptik auf der Nanoskala - Einzelphotonenerzeugung und -detektion - Struktur und Dynamik in der Hohlraumquantenelektrodynamik (cQED) - Quantenoptik mit einzelnen Festkörperspins - nanoskalige Quantensensorik basierend auf Farbzentren in Diamant - Bausteine für Quantentechnologien 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA47		
Modultitel	Physik der biologischen und weichen Materie		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der strukturellen und dynamischen Eigenschaften biologischer und weicher kondensierter Materie, insbesondere von Proteinen, kolloidalen Lösungen, Polymeren, Flüssigkristallen etc. Die Studierenden erlernen die Konzepte experimenteller Techniken zur Untersuchung der o.g. Systeme wie z.B. dynamische Lichtstreuung, Neutronenspektroskopie, Röntgenphotonenkorrelationspektroskopie und optische Methoden.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Strukturelle Eigenschaften weicher und biologischer Materie - Proteine und ihre physikalischen Eigenschaften - Wechselwirkungen in biologischen, kolloidalen und molekularen Systemen: DLVO Potentiale, elektrostatische Wechselwirkungen in wässrigen Lösungen, Debye-Hückel, Patchy-Interactions zwischen Proteinen - Diffusion, Rotation und Brown'sche Molekularbewegung - Phasenübergänge in weicher Materie - Korrelationsfunktionen und ihre Bedeutung in Theorie und Experiment - Dynamische Lichtstreuung und Autokorrelationsfunktionen - Quasielastische Neutronenspektroskopie, Neutron-Spin-Echo - X-ray photon correlation spectroscopy (XPCS) - Optische Mikroskopie 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten	MA Nanoscience and Nanotechnology: Freiversuch nach Artikel 2 § 10a; Notenverbesserung nach Artikel 2 § 10 Absatz 3.	

Nr.	4PHYMA48		
Modultitel	Aspekte des Maschinellen Lernens		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen die grundlegenden Konzepte des maschinellen Lernens theoretisch zu verstehen und auf physikalische Probleme anzuwenden. Damit können sie aktuelle Anwendungen des maschinellen Lernens in der Physik begreifen und erweitern. Schließlich lernen die Studierenden, Algorithmen des maschinellen Lernens zu entwickeln und zu implementieren.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Statistische Lerntheorie - Bias-Varianz-Zerlegung - Gradientenmethoden - Bayes'sche Statistik - lineare und logistische Regression - Neuronale Netze - Convolutional Neural Networks - Dimensionsreduktion - Boltzmann-Maschinen - kausale Modelle und gerichtete Graphen - Markov Random Fields 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA49		
Modultitel	Quantenthermodynamik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		90-180 Min. 20-45 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Ziel ist das Verständnis der Grundlagen der Quantenthermodynamik mit Hilfe von Methoden und Konzepten aus der statistischen Physik, Quantenoptik und Quanteninformationstheorie. Der Schwerpunkt liegt auf der theoretischen Beschreibung der Zustände und thermodynamischen Eigenschaften stark fluktuierender, offener Quantensysteme, die im Austausch mit ihrer Umgebung stehen.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Stochastische Prozesse und Thermodynamik offener Systeme - 2. Hauptsatz und Fluktuationsrelationen jenseits des thermischen Gleichgewichts - Mastergleichungsformalismus und Theorie offener Quantensysteme - Operationelle Darstellung thermischer Prozesse mit Kollisionsmodellen - Hauptsätze der Thermodynamik für offene Quantensysteme - Thermodynamische Ressourcen - Quantenmodelle von Wärmekraftmaschinen - Thermodynamische Aspekte von Quantenmessungen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	B. Sc. Physik MA Physik MA Quantum Science		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Die Zulassung zur Prüfungsleistung setzt das Bestehen der Studienleistung in diesem Modul voraus. Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA50		
Modultitel	Instrumentierung in der Synchrotronforschung an Großforschungsanlagen		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
	Vorlesung		2
	Übung		1
	Praktikum		1
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	--		
Qualifikationsziele	Die Studierenden werden mit den Grundlagen der experimentellen Instrumentierung an Großforschungsanlagen vertraut gemacht. Dazu werden in einem integrierten Kurs sowohl die theoretischen Grundlagen der Instrumentierung durch Vorlesungen vermittelt sowie durch praktische Übungen und Versuche an den Großforschungsanlagen vertieft und in der Praxis verdeutlicht.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau und physikalische Prinzipien von Beamlinekomponenten wie Doppelkristallmonochromatoren, Röntgenspiegel, Beampositionmonitore, Röntgenlinsen - Aspekte des Strahlenschutzes am Synchrotron und an XFEL-Strahlungsquellen - Aufbau und Funktion moderner Röntgendetektoren wie z.B. AGIPD, Jungfrau und ELIER - Emittanz von Speicherringen und XFEL-Quellen - Einführung in die Prinzipien der Multi-Bend-Achromat Technologie - Seeding-Verfahren und Double-color modes an XFEL-Quellen - Aufbau und Funktion von ultraschnellem Laser pump - XFEL probe Experimenten - Aufbau von experimentellen Stationen am European XFEL und an der LCLS II in Stanford und typische Anwendungen 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik MA Nanoscience and Nanotechnology		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA51		
Modultitel	Datenanalyse und Datenmanagement in der Forschung mit Synchrotronstrahlung		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form	Dauer/Umfang	
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.	90-180 Min. 20-45 Min.	
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Ziel dieses Kurses ist es, die Kompetenz zu erwerben, komplexe Daten und große Datenmengen von Experimenten im Bereich der Synchrotron- und XFEL Forschung zu analysieren. Dazu gehören Auswertungen mithilfe von Photonenstatistik und Korrelationsspektroskopie, sowie die Anpassung der Daten an Vorhersagen von Simulationen. Ebenso werden Autoencoder und andere Methoden des maschinellen Lernens (CNNs) eingesetzt, um eine schnelle Klassifizierung und ein de-noising von Daten zu erhalten. Ein weiterer Aspekt besteht in dem Erwerb von Kompetenzen im Bereich des Datenmanagements, des Gebrauchs von Repositorien, der Versionskontrollen und von FAIR Data und seiner Bedeutung. Ebenso werden Kompetenzen zu Aufbau und Struktur der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) vermittelt.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in Python und Jupyter Notebooks - Variablen, Datentypen, Schleifen, Arrays, Funktionen - Klassen und Objekte, Vererbung, File handling - Einführung in die Module Numpy, Pandas und SciPy - Netzwerke in Python, MySQL - Anwendungen auf typische Probleme der Datenanalyse im Bereich der Forschung mit Synchrotron- und FEL-Strahlung - Management von großen Datenmengen am Beispiel von DESY und European XFEL - Analyse der Kohärenzeigenschaften von Synchrotron und FEL Quellen - Bestimmung dynamischer Eigenschaften von Proteinen aus XFEL-Experimenten - Analyse von IR Pump - XFEL Probe Experimenten am Beispiel des HIBEF Experiments - Autoencoder und Neuronale Netze (CNN) - Einführung in Aufbau und Ziele der NFDI und des Konsortiums - DAPHNE4NFDI 		
Verwendbarkeit in den folgenden	MA Physik		

Studiengängen	MA Nanoscience and Nanotechnology
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
	Nein: <input type="checkbox"/>	
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	
Besonderheiten		

Nr.	4PHYMA52		
Modultitel	Seminar: Aktuelle Themen der Physik		
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Unregelmäßig		
Lehrsprache	Englisch, ggf. Deutsch		
LP	6 LP		
SWS	2 SWS		
Präsenzstudium	30 h		
Selbststudium	150 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Seminar		12	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme mit Vortrag		Vortrag 20-40 Min.
Studienleistungen			
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen, wie man unter Verwendung von Fachliteratur einen Seminarvortrag über ein ausgewähltes Thema der Physik vorbereitet und unter Anwendung fortgeschrittener Präsentationstechniken hält.		
Inhalte	Aktuelle Themen Physik, insbesondere aus den Bereichen Forschungsergebnisse, Entwicklungen, Methoden/Konzepte und Anwendungen.		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	BA Physik MA Physik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen (vgl. auch §10 FPO)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/>	
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach dem letzten Versuch: <input type="checkbox"/>	
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input type="checkbox"/>		
	Nein: <input checked="" type="checkbox"/>		
Besonderheiten			

Nr.	4PHYMA19LAHRSGe		
Modultitel	Konzepte zur Physik		
Pflicht/Wahlpflicht	P		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	jedes Wintersemester		
Lehrsprache	Deutsch		
LP	6 LP		
SWS	3 SWS		
Präsenzstudium	45 h		
Selbststudium	135 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung	19.1 Struktur der Materie	25	2
Übungen	19.2 Übungen zur Struktur der Materie	25	1
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung		15-30 Min.
Studienleistungen	keine		
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - sind über Arten, Entstehung und Nachweis radioaktiver Strahlung informiert; - können typische Streuversuche zur Erforschung der Materiestruktur erläutern; - beschreiben Vor- und Nachteile verschiedener Kernmodelle; - verfügen über einen Überblick zur Systematik der Elementarteilchen und der fundamentalen Wechselwirkungen; - können das Grundbestreben der Physik nach vereinheitlichten Prinzipien und Theorien darstellen; - beschreiben auf der Grundlage einfacher physikalisch-mathematischer Modelle Leitungsvorgänge; - verfügen über einen Überblick zur aktuellen Halbleitertechnologie. 		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Kern- und Elementarteilchenphysik: Arten radioaktiver Strahlung und ihr Nachweis, Dosimetrie und Strahlenschutz, Kernmodelle und Kernsystematik, Streuversuche, Massenspektrografie, Kernmodelle, Elementarteilchen (im Überblick), fundamentale Kräfte und Wechselwirkungen - Grundlagen der Festkörperphysik: Leiter, Halbleiter, Isolatoren, Leitungsvorgänge im Bändermodell, Halbleitertechnologie (im Überblick) - Fundamentale Konzepte und Prinzipien: Modelle für Wechselwirkungen, Streben nach Vereinheitlichung, Symmetrieprinzipien 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik im Lehramt HRSGe		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Nr.	4PHYMA20LA		
Modultitel	Astrophysik		
Pflicht/Wahlpflicht	P		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	jedes Sommersemester		
Lehrsprache	Deutsch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung	20.1 Astrophysik	25	2
Übungen	20.2 Übungen zur Astrophysik	25	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur		60-80 Min.
Studienleistungen	keine		
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können physikalische Gesetze auf ausgewählte astronomische Problemstellungen anwenden; - erklären die physikalischen Eigenschaften typischer Himmelskörper; - verstehen die Grundlagen der Physik des Planeten Erde und können physikalische Wachstumsgrenzen der menschlichen Zivilisation erklären; - erläutern grundlegende Entwicklungsprozesse mit dem Schwerpunkt Entwicklung der Sterne; - verstehen die physikalischen Grundgedanken ausgewählter Weltmodelle; - sind in der Lage, astrophysikalische Beobachtungsverfahren zu handhaben und zu erläutern. 		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Gezeiten, Roche-Grenze, kugelförmige und irreguläre Himmelskörper, planetare Magnetfelder und Atmosphären, Grundlagen der Physik des Planeten Erde - Zustandsgrößen der Sterne und ihre Bestimmung, Zusammenhänge zwischen stellaren Zustandsgrößen, Hertzsprung-Russell-Diagramm - Grundlagen der Sternentstehung und -entwicklung, Materiekreislauf im Universum, Endstadien der Sternentwicklung - Große Strukturen: Galaxien, Galaxienhaufen, Wabenstruktur - Kosmologie: die klassischen Friedmann-Modelle, Urknall, Elemententstehung - Fundamentale Konzepte und Prinzipien: das Universum als physikalisches Objekt, das kosmologische Prinzip, der Entwicklungsgedanke des Universums und seiner Bestandteile 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik im Lehramt für HRSGe MA Physik im Lehramt für GymGe MA Physik im Lehramt für BK-A		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Nr.	4PHYMA21LA		
Modultitel	Physikunterricht Praxis (Fachdidaktik)		
Pflicht/Wahlpflicht	P		
Moduldauer	2 Semester		
Angebotshäufigkeit	21.1 und 21.2: jedes Wintersemester 21.3: jedes Sommersemester		
Lehrsprache	Deutsch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Experimentalpraktikum	21.1 Scholorientiertes Experimentieren 2	15	2
Seminar	21.2 Scholorientierte Umweltphysik	25	2
Seminar	21.3 Vorbereitungsseminar	25	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden von den jeweiligen Lehrenden festgelegt und spätestens vier Wochen nach Beginn der Lehrveranstaltung in geeigneter Form bekannt gegeben.		30-40 Min. 10-20 Min.
Studienleistungen	Eine Studienleistung in 21.1 gemäß § 10 Absatz 1 RPO-M i.V.m. Artikel 4 § 9 Absatz 1 FPO-M PHY Form und Umfang der Studienleistung richten sich nach den zu erwerbenden Kompetenzen, werden durch den jeweiligen Lehrenden festgelegt und spätestens vier Wochen nach Beginn der Lehrveranstaltung in geeigneter Form bekanntgegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - sind in der Lage, fachphysikalisch und fachdidaktisch wohlbegründete Stunden und Stoffeinheiten zu planen, die vorgegebene curriculare Standards erfüllen; - organisieren im Unterrichtsgeschehen einen sinnvollen Methodenwechsel bei Beachtung einer hohen Schüleraktivität; - können fremd- und selbstgestalteten Unterricht analysieren, bewerten sowie Vor- und Nachteile von Unterrichtsformen kommunizieren; - beherrschen sicher alle Formen des Einsatzes von Experimenten im Unterricht; - kennen Methoden der Lehr-/Lernforschung mit deren Hilfe man Schülervorstellungen, Motivation und Interesse ermitteln kann; - kennen Methoden der Unterrichtsevaluation und wenden diese an; - kennen Verfahren zur Binnendifferenzierung und wenden diese im Unterrichtsgeschehen an; - können außerschulische Lernorte mit entsprechender Vor- und Nachbereitung in den schulischen Unterrichtsprozess integrieren; - sind in der Lage, zielgerichtet den Übergang von der Nutzung allgemeiner heuristischer Prinzipien hin zur Anwendung fachspezifischer Erkenntnismethoden bei Lernenden zu gestalten; - sind in der Lage, insbesondere die Grundlage der experimentellen Methoden aus dem Entwicklungsumfeld des spielerischen Probierens herauszupräparieren; 		

	<ul style="list-style-type: none"> - kennen die Notwendigkeit der Bedeutung der Physik für die moderne Gesellschaft; - verstehen komplexe Systeme aus Natur und Technik; - können eigenes physikalisches Wissen beim Nachvollzug der Lösungen ausgewählter komplexer Probleme synergetisch verknüpfen; - verstehen etwaige Benachteiligungen, Konflikte und Störungen beim Lernprozess sowie Möglichkeiten der Hilfen und Präventivmaßnahmen bei unterschiedlichen Lernausgangslagen; - verfügen über unterschiedliche Unterrichtsmethoden und Aufgabenformen – u.a. mit Bezug zum inklusiven Unterricht – und wissen, wie man sie anforderungs-, adressaten- und situationsgerecht einsetzt. <p>Das Modul enthält fachdidaktische Leistungen im Umfang von insgesamt 9 LP. Die Modulelemente 21.1 und 21.3 enthalten Leistungen im Umfang von insgesamt 2 LP zu inklusionsorientierten Fragestellungen</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - die Rolle der Schüleraktivität im Lernprozess - fach- und fächerübergreifender Physikunterricht – Prinzipien, Perspektiven, Beispiele - Projektunterricht - Verfahren zur Entwicklung von Kompetenzen - didaktische Funktionen im Physikunterricht – Planung einer Physikstunde und von Stoffeinheiten - Einsatz von Medien - Zugänge zur Ermittlung von Schülervorstellungen und Interessensfeldern - Evaluierung von Unterrichtsprozessen - individuelle Förderung von Schülern - Aspekte des inklusionsorientierten Physikunterrichts
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	<p>MA Physik im Lehramt für HRSGe MA Physik im Lehramt für GymGe MA Physik im Lehramt für BK-A</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Formal: Keine Inhaltlich: Keine</p>
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	<p>Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung</p>

Nr.	4PHYMA22LA		
Modultitel	Digitalisierung (Fachdidaktik)		
Pflicht/Wahlpflicht	P		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	jedes Sommersemester		
Lehrsprache	Deutsch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Experimentalpraktikum	22.1 Computerunterstütztes Experimentieren	15	2
Seminar	22.2 Neue Medien im Physikunterricht	25	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden von den jeweiligen Lehrenden, die die Leistung abnehmen, festgelegt und spätestens vier Wochen nach Beginn der Lehrveranstaltung in geeigneter Form bekannt gegeben.		60-80 Min. 15-30 Min.
Studienleistungen	keine		
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten im Experimentieren mit computerunterstützten Messwerterfassungssystemen; - kennen Kategorien von computerunterstützten Messwerterfassungssystemen, ihre Funktionen und ihr didaktisches Potential; - können eigene Versuche mit Computerunterstützung entwickeln und kennen Strategien zur Identifikation und Analyse von Fehlerquellen; - besitzen Erfahrung in Aufbau und Durchführung von computerunterstützten Experimenten in Unterrichtssituationen; - können Versuche mit Unterstützung des Computers auswerten; - beurteilen Vor- und Nachteile des Einsatzes digitaler Medien im Physikunterricht; - kennen Kategorien von Software für den Physikunterricht, ihre Funktionen und ihr didaktisches Potential; - können Modellbildungssysteme und Simulationsprogramme zum Lösen komplexer physikalischer Probleme einsetzen; - verfügen über unterschiedliche Unterrichtsmethoden und Aufgabenformen – u.a. mit Bezug zum inklusiven Unterricht – und wissen, wie man sie anforderungs-, adressaten- und situationsgerecht einsetzt. <p>Das Modul enthält fachdidaktische Leistungen im Umfang von insgesamt 6 LP. Das Modulelement 22.2 enthält Leistungen im Umfang von 1 LP zu inklusionsorientierten Fragestellungen.</p>		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - kommerzielle Messwerterfassungssysteme (z.B. CASSY) - LowCost Messwerterfassungssysteme (z.B. Multimeter, Arduino) - Experimentieren mit dem Smartphone - Entwicklung und Erprobung von computerunterstützten Experimenten für den Physikunterricht - Modellbildung - Analyse von Lernsoftware - Tabellenkalkulation im Physikunterricht 		

	<ul style="list-style-type: none"> - Inklusionsorientierte Aspekte der Nutzung des Computers im Physikunterricht - Die Rolle des Internets im Physikunterricht - Präsentationssysteme
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik im Lehramt für HRSGe MA Physik im Lehramt für GymGe MA Physik im Lehramt für BK-A
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Keine
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung

Nr.	4PHYMA23LA		
Modultitel	Masterpraktikum		
Pflicht/Wahlpflicht	P		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	jedes Wintersemester		
Lehrsprache	Deutsch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Experimentalpraktikum	23.1 Masterpraktikum	15	4
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Versuchsprotokolle oder mündliche Prüfung Form und Umfang der Prüfungsleistung werden von den jeweiligen Lehrenden, die die Leistung abnehmen, festgelegt und spätestens vier Wochen nach Beginn der Lehrveranstaltung in geeigneter Form bekannt gegeben.		max. 10 Protokolle 15-30 Min.
Studienleistungen	keine		
Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - planen und führen selbständig anspruchsvolle Experimente durch; - kennen und interpretieren im Rahmen ihrer Experimente komplexe physikalische Phänomene, insbesondere der modernen Physik; - sind mit den Grundlagen der Strahlenschutzbestimmungen vertraut; - besitzen vertiefte Fähigkeiten und Fertigkeiten bei der Anwendung von Methoden der computergestützten Messwerterfassung und -auswertung; - können verschiedene Verfahren der Fehlerrechnung selbständig anwenden; - reflektieren und interpretieren ihre Versuchsergebnisse kritisch und ihm Rahmen theoretischer Modelle; - verfügen über entwickelte Fähigkeiten bei der Versuchsdokumentation und der verschriftlichten Versuchsbesprechung und -auswertung (Protokolle). 		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Zeeman-Effekt - Strahlenschutzbelehrung - Optische Interferometrie - Elektrodynamische Falle 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik im Lehramt für GymGe MA Physik im Lehramt für BK-A		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Nr.	4PHYMA24LA		
Modultitel	Masterarbeit		
Pflicht/Wahlpflicht	vgl. Artikel 4 § 8		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	jedes Semester		
Lehrsprache	Deutsch		
LP	20 LP		
SWS			
Präsenzstudium			
Selbststudium	600 h		
Workload	600 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppen- größe	SWS
	Masterarbeit		
Leistungen	Form		Dauer/Um- fang
Prüfungsleistungen	Masterarbeit		maximal 60 Seiten ohne Anhänge
Studienleistungen	keine		
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können ihre Wissens- und Handlungskompetenzen anwenden um eigenständig Probleme des Fachgebietes zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und diese praktisch umzusetzen; - sind in der Lage, typische Erkenntnismethoden, Denk- und Arbeitsweisen der Physik und Physikdidaktik zur Problemlösung auszuwählen und zu nutzen; - beziehen sich auf den jeweils neuesten Erkenntnisstand in Physik und Physikdidaktik; - belegen ihre Fähigkeit zum systematischen Aufbau einer Argumentationsstruktur und zur Vernetzung disziplinübergreifender Beiträge zu einer bestimmten Thematik; - formulieren eigenständig Arbeitshypothesen und sind zu einem methodengeleiteten Überprüfen dieser Hypothesen in der Lage; - stellen ihre Fähigkeiten im Hinblick auf Elementarisierung und didaktischen Rekonstruktion fachphysikalischer Inhalte unter Beweis. 		
Inhalte	<p>Die fachlichen Inhalte hängen ab vom gewählten Thema. Es können Arbeiten im Bereich der Physikdidaktik und der Fachphysik geschrieben werden. Bei Wahl eines fachphysikalischen Themas wird ausdrücklich betont, dass auch in diesem Fall spezifische Kompetenzen bei der Wissensvermittlung nachgewiesen werden müssen. Hierzu zählen insbesondere Fähigkeiten in der Elementarisierung und didaktischen Rekonstruktion fachphysikalischer Inhalte, bei der sprachlichen Vermittlung, in den typischen Erkenntnismethoden der Physik unter dem Gesichtspunkt von Unterricht und Lehre.</p> <p>Die Arbeit bezieht sich auf den Inhalt der studierten Module.</p>		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Physik im Lehramt für HRSGe MA Physik im Lehramt für GymGe MA Physik im Lehramt für BK-A		
Voraussetzungen für die Teilnahme	vgl. Artikel 4 § 11		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung		

Anlage 8: Modulbeschreibungen der Module, die nur zum Export angeboten werden gemäß Artikel 5

Bei Verwendung des Moduls in verschiedenen (Teil-)Studiengängen kann der Status „Pflicht“ bzw. „Wahlpflicht“ des Moduls je nach (Teil-)Studiengang variieren. Verbindlich ist die Angabe in der Modulübersicht in § 8 bzw. in der Anlage „Wahlpflichtmodule“ der jeweiligen FPO.

Nr.	4PHYMAEX01		
Modultitel	Solid-state physics for nanoscience		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht (für Studierende mit B.Sc. Chemie oder B.Sc. Elektrotechnik)		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	9 LP		
SWS	6 SWS		
Präsenzstudium	90 h		
Selbststudium	180 h		
Workload	270 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	4
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur		120 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen und beherrschen grundlegende mathematische Methoden der Festkörperphysik. Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Festkörper- und Nanophysik und können diese auf aktuelle Forschungsthemen der Nanowissenschaften anwenden. Sie erlernen die Fähigkeit, in abstrakten Konzepten zu denken, komplexe Probleme zu erkennen, fortgeschrittene Kenntnisse und Fähigkeiten in der inter- und transdisziplinären Diskussion komplexer Themen anzuwenden, auf Englisch zu debattieren und zu diskutieren.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Fourier-Transformation, Taylor-Entwicklung, Matrizen und Determinanten, Differentialgleichungen, komplexe Funktionen - Strukturelle Eigenschaften von Festkörpern, Bindungsenergien, Kristalle, Gläser, Flüssigkeiten - Strukturbestimmung durch Röntgenstreuung, Phononen, Wärmekapazität, Debye Modell, Elektronengas, Bandstruktur, Metall, Isolator, Halbleiter, thermische Eigenschaften von Elektronen und Phononen, Spins und Magnetismus 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Nanoscience and Nanotechnology		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Nr.	4PHYMAEX02		
Modultitel	Advanced solid-state physics for nanoscience		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht (für Studierende mit B.Sc. Physik)		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur		120 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Festkörper- und Nanophysik und können diese auf aktuelle Forschungsthemen der Nanowissenschaften anwenden. Sie erlernen die Fähigkeit, in abstrakten Konzepten zu denken, komplexe Probleme zu erkennen, fortgeschrittene Kenntnisse und Fähigkeiten in der inter- und transdisziplinären Diskussion komplexer Themen anzuwenden, auf Englisch zu debattieren und zu diskutieren.		
Inhalte	Thermische Eigenschaften von Nanostrukturen, harmonischen und anharmonischen Kristallen, elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen, Sommerfeld-Theorie von Metallen, Elektronengas, Quantenmechanik von Elektronen in Potentialen, Bloch-Funktionen, Fermi-Oberflächen, Energiebänder, Brillouin-Zonen, Leitfähigkeit in Metallen, Messung von Fermi-Oberflächen, homogene und inhomogene Halbleiter, Konzepte von Magnetismus, Austauschwechselwirkung, Ferro/Antiferro/Dia/Paramagnetismus und Anwendungen in den Nanowissenschaften, Supraleitung		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Nanoscience and Nanotechnology		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Grundkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantentheorie		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Nr.	4PHYMAEX03		
Modultitel	Quantum theory for nanoscience		
Pflicht/Wahlpflicht	Pflicht (für Studierende mit B.Sc. Chemie oder B.Sc. Elektrotechnik)		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe		
Lehrsprache	Englisch		
LP	6 LP		
SWS	4 SWS		
Präsenzstudium	60 h		
Selbststudium	120 h		
Workload	180 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Vorlesung		20	2
Übung		20	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Klausur		120 Min.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen Form und Umfang der Studienleistung werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Quantenphysik. Sie können elementare quantenphysikalische Phänomene mithilfe der Wellenfunktionen beschreiben und experimentelle Ergebnisse mit der Wahrscheinlichkeitstheorie interpretieren.		
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Schlüsselexperimente der Quantenphänomene - Wellenfunktionen, Energie und Impuls in der Positionsdarstellung - Schrödinger-Gleichung - Eigenwerte und Erwartungswerte von Observablen - Heisenbergsche Unschärferelation - Grundsätze der Quantenmechanik - Transmission und Reflexion, Tunneleffekt - Stationäre Zustände in 1, 2 und 3 Dimensionen - Wasserstoffatom - Drehimpulsquantisierung und Spin - Bosonen und Fermionen - Quantentheorie der Vielteilchensysteme - Einführung in die zeitabhängige Störungstheorie - Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung 		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Nanoscience and Nanotechnology		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung und bestandene Studienleistung		

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	zwei Wiederholungen	
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/>	Nach jedem Versuch: <input type="checkbox"/> Nach dem letzten Versuch: <input checked="" type="checkbox"/>
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja: <input checked="" type="checkbox"/> Nein: <input type="checkbox"/>	
Besonderheiten	MA Nanoscience and Nanotechnology: Freiversuch nach Artikel 2 § 10a; Notenverbesserung nach Artikel 2 § 10 Absatz 3.	

Nr.	4PHYMAEX04		
Modultitel	Physikalisches Praktikum für MatWerk		
Pflicht/Wahlpflicht	P		
Moduldauer	1 Semester		
Angebotshäufigkeit	WS		
Lehrsprache	Deutsch		
LP	3		
SWS	2		
Präsenzstudium	20 h		
Selbststudium	70 h		
Workload	90 h		
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	Gruppengröße	SWS
Praktikum	Masterpraktikum in der Physik	12	2
Leistungen	Form		Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Versuchsprotokolle Form und Umfang der Protokolle werden spätestens vier Wochen nach Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.		4 Protokolle
Studienleistungen			
Qualifikationsziele	Die Studierenden vertiefen anhand von selbst durchgeführten Experimenten ihre praktischen Fertigkeiten und werden an das eigenständige wissenschaftliche Arbeiten herangeführt. Durch die quantitative Auswertung der Experimente lernen die Studierenden den Umgang mit Analyseprogrammen und vertiefen ihre Kenntnisse der Fehlerrechnung. Eine kritische Bewertung von Aufbau und Durchführung des Versuchs sowie der Resultate ist Teil des Protokolls.		
Inhalte	<p>Eine Auswahl von Versuchen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Röntgenreflektometrie - Siliziumphotomultiplier - Siliziumdetektoren - Röntgen Fluoreszenzanalyse - Laser Spektroskopie - Surface Plasmon Polariton Sensing - Optische Magnetresonanzdetektion - Scanning Tunneling Microscopy, Atomic Force Microscopy <p>Vor dem Versuch findet jeweils ein Gespräch statt, um festzustellen, ob der Versuch erfolgreich durchgeführt werden kann. Zu jedem Versuch ist ein vollständiges Protokoll abzugeben.</p>		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Materialwissenschaften und Werkstofftechnik		
Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Keine Inhaltlich: Keine		
Voraussetzungen für die Vergabe von LP			