

Amtliches Mitteilungsblatt



Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät I

Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik

Herausgeber: Der Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin
Unter den Linden 6, 10099 Berlin

Nr. 36/2010

Satz und Vertrieb: Referat Öffentlichkeitsarbeit, Marketing
und Fundraising

19. Jahrgang/09. September 2010

Studienordnung für den Masterstudiengang Physik

Gemäß § 17 Abs. 1 Ziffer 1 der Verfassung der Humboldt-Universität zu Berlin (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 28/2006) hat der Fakultätsrat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I am 19. Mai 2010 die folgende Studienordnung erlassen.

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Studienbeginn, Vollzeitstudium, Teilzeitstudium
- § 3 Umfang der Studienangebote des Faches
- § 4 Studienziele, Internationalität und Anerkennung anderer Studienleistungen
- § 5 Module und Studienpunkte
- § 6 Studienaufbau
- § 7 Lehr- und Lernformen
- § 8 Qualitätssicherung
- § 9 In-Kraft-Treten

Anlage 1: Modulliste
Anlage 2: Empfohlener Studienverlaufsplan
Anlage 3: Modulbeschreibungen

§ 1 Geltungsbereich

Die Studienordnung regelt Ziele, Inhalt und Aufbau des Masterstudiums der Physik an der Humboldt-Universität zu Berlin. Sie gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung für dieses Fach und der Allgemeinen Satzung für Studien- und Prüfungsangelegenheiten (ASSP) der Humboldt-Universität zu Berlin.

§ 2 Studienbeginn, Vollzeitstudium, Teilzeitstudium

(1) Das Studium kann zum Winter- oder Sommersemester aufgenommen werden.

(2) Das Studium ist in der Regel ein Vollzeitstudium. Es kann gemäß der ASSP als Teilzeitstudium studiert werden.

§ 3 Umfang der Studienangebote des Faches

In diesem Masterstudiengang müssen insgesamt 120 Studienpunkte (SP) erworben werden. Davon entfallen 90 Studienpunkte auf das Fachstudium und 30 Studienpunkte auf die Masterarbeit. Der Gesamtum-

fang des Studienganges beträgt somit 120 SP, die auf eine Regelstudienzeit von vier Semestern im Umfang von je 30 Studienpunkten verteilt sind.

§ 4 Studienziele, Internationalität und Anerkennung anderer Studienleistungen

(1) Das Studium zielt auf die forschungsbasierte Vermittlung der Fähigkeit, physikalische Probleme zu analysieren und selbstständig (auch unkonventionelle) Lösungen auszuarbeiten. Entscheidender Bestandteil des Masterstudiums sind zunehmend selbstständig wissenschaftliche Arbeiten zum Erwerb der Fähigkeit der methodisch reflektierten Beurteilung auch neuer Problemlagen. Studierende erlangen in Präsenzlehre, virtueller Lehre und einem hohen Anteil an Selbststudium sowie in intensiven Forschungsseminaren und -projekten einzeln und gemeinsam mit anderen die Fähigkeiten, die eine berufliche Tätigkeit in der Wirtschaft oder in der Forschung ermöglichen. Das Masterstudium an der Humboldt-Universität zu Berlin eröffnet auch die Möglichkeit, insbesondere disziplinenübergreifende Fragestellungen zu bearbeiten und frühzeitig auch eigenständig an Forschungs- und Entwicklungsprojekten mitzuwirken.

(2) Das Studium zielt insbesondere auf die Auseinandersetzung mit Themen aus den Bereichen Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik, Makromoleküle und Komplexe Systeme und Optik/Photonik.

(3) Der Studiengang bietet die Möglichkeit, an kooperierenden Hochschulen einzelne Module zu studieren. Daneben können gleichwertige Studien- und Prüfungsleistungen, die in anderen Fächern oder an anderen Hochschulen erbracht worden sind, auf der Grundlage der Prüfungsordnung und der maßgeblichen Regelungen der Humboldt-Universität zu Berlin anerkannt werden. Dies gilt insbesondere für Angebote in Mathematik an der Humboldt-Universität zu Berlin.

§ 5 Module und Studienpunkte

(1) Das Studium setzt sich aus Modulen zusammen, in denen Lehrangebote inhaltlich und zeitlich miteinander verknüpft und grundsätzlich durch studienbegleitende Prüfungen nach Maßgabe der Prüfungsordnung abgeschlossen werden. Module und Modulbestandteile können im Ausland absolviert werden. Gemäß § 4 Abs. 4 der Prüfungsordnung werden die Leistungen auf der Grundlage einer Studienvereinbarung anerkannt.

Module können auf Antrag durch vergleichbar große Studienprojekte i. S. v. § 7 dieser Studienordnung ersetzt werden.

* Die Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung hat die Studienordnung am 05. August 2010 befristet bis zum 30. September 2013 zur Kenntnis genommen.

(2) Die Module werden als Anlage der Studienordnung im Amtlichen Mitteilungsblatt der HU und auf den Internetseiten der Fakultät veröffentlicht.

(3) Der Fakultätsrat setzt die Inhalte der Module fest; er kann im Rahmen der Qualifikationsziele des Faches Themen und Inhalte sowie Lehr- und Lernformen austauschen, um der wissenschaftlichen Entwicklung des Faches sowie den beruflichen Chancen der Studierenden Rechnung zu tragen. Diese Änderungen dürfen nicht die Studien- und Prüfungsordnungen betreffen und werden auf den Internetseiten der Fakultät veröffentlicht. Die Studienfachberatung informiert über die aktuellen Inhalte und Anforderungen des Faches und ist bei der individuellen Studienplanung behilflich.

(4) In jedem Modul erwerben die Studierenden für die Gesamtarbeitsbelastung eine bestimmte Anzahl an Studienpunkten. Ein Studienpunkt entspricht 30 Zeitstunden. Diese Stunden setzen sich aus Präsenz in Lehrveranstaltungen und der Zeit für das Selbststudium einschließlich der Vor- und Nachbereitung, Gruppenarbeit, der Projektarbeit oder der Arbeit an Präsentationen und anderen Studienarbeiten sowie dem Prüfungsaufwand zusammen.

(5) Für den Erwerb der Studienpunkte müssen die geforderten Arbeitsleistungen erbracht *und ggf.* die Modulabschlussprüfung bestanden sein. Die Arbeitsleistungen werden auf die in der Modulbeschreibung festgelegte Weise nachgewiesen. Die Einzelheiten geben die Lehrenden rechtzeitig zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt.

§ 6 Studienaufbau

(1) Das Studium besteht aus folgenden Modulen:

- P20: Mehrelektronenatome und Moleküle
- P21: Statistische Physik
- P22: Wahlpflichtmodule
- P23: Module im Spezialisierungsfach
- P24: Forschungspraktikum
- P25: Forschungsbeleg

(2) Im Rahmen der Wahlpflichtmodule müssen 20 Studienpunkte erbracht werden, die frei aus dem Lehrangebot der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten gewählt werden können. Hiervon ausgenommen sind Module des vorausgegangenen Bachelorstudiengangs Physik. Die Leistungen von mindestens 10 Studienpunkten müssen berufsbezogen und benotet sein. Es sind mindestens 10 Studienpunkte zu erbringen, die aus einem Modul stammen, das nicht mit dem gewählten Spezialisierungsfach (P23.1/2/3/4) übereinstimmt. Über die Anerkennung extern erbrachter Leistungen entscheidet der Prüfungsausschuss.

(3) Das Studium wird mit der Masterarbeit (30 SP) abgeschlossen. Die Masterarbeit kann in allen im Studiengang berührten Themenfeldern erarbeitet werden.

§ 7 Lehr- und Lernformen

Die im Studiengang zu erwerbenden Kompetenzen werden in unterschiedlichen Lehr- und Lernformen vermittelt.

Vorlesung (VL):

Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, die Studierenden breites Wissen im Überblick vermitteln sollen.

Übung (UE):

Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende Anwendungs Kompetenzen erlangen sollen. Sie können eine Vorlesung ergänzen.

(Berufliches) Praktikum (PR), Praxisseminar (PS), Praxisworkshop (PW), schulpraktische Studien (SPS), Laborpraktikum, Praxiskolloquium (PKO):

Praktika und vergleichbare Veranstaltungen ermöglichen Studierenden Einblicke in unterschiedliche Tätigkeitsfelder und die probeweise Anwendung des Erlernten. Sie können blockweise oder studienbegleitend absolviert werden und werden unterschiedlich intensiv von Lehrenden betreut. Sie umfassen je nach Dauer bis zu insgesamt 30 Studienpunkte.

Seminar (SE), auch Proseminar, Hauptseminar, Vertiefungsseminar:

Seminare sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende vertieftes Wissen erlangen sollen, die Kompetenz zur eigenständigen Anwendung dieses Wissens oder zur Analyse und Beurteilung neuer Problemlagen entwickeln sollen.

Tutorium (TU):

Tutorien sind Lehrveranstaltungen, in denen grundlegende Techniken wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt werden.

Projekt tutorien (PRT):

Projekt tutorien sind studentische Lehrveranstaltungen, in denen ggf. unterstützt durch Lehrende eigenständig gewählte Themen aus unterschiedlichen Perspektiven bearbeitet und Fähigkeiten wissenschaftlicher Reflexion eingeübt werden.

Exkursion (EX):

Exkursionen sind meist in einem mehrtägigen Block durchgeführte Veranstaltungen an einem anderen Ort, die dazu dienen, sich mit Gegenständen des Studiums aus eigener Anschauung vertraut zu machen.

Kolloquium (KO):

Kolloquien zielen auf die aktive Reflexion vertiefter Fragestellungen aus der Forschung. Sie können die Phase des Studienabschlusses und der Erstellung der Bachelorarbeit ergänzen.

Studienprojekt (SPJ):

Studienprojekte vermitteln Studierenden methodische Kompetenzen und ermöglichen die Arbeit an selbst gewählten Forschungsprojekten.

Sprachkurs (SK):

Sprachkurse sind Lehrveranstaltungen, die auf den Erwerb einer Fremdsprache gerichtet sind. Sie können auch im Block absolviert werden.

§ 8 Qualitätssicherung

Das Studienangebot unterliegt regelmäßigen Maßnahmen zur Sicherung der Qualität dieses Angebotes. Dazu zählen insbesondere die Akkreditierung und Reakkreditierung sowie die Evaluation der Lehre. Die Ergebnisse werden veröffentlicht.

§ 9 In-Kraft-Treten

(1) Diese Ordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im *Amtlichen Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin* in Kraft.

(2) Die bisher gültige Studienordnung (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 36/2008) tritt am gleichen Tage außer Kraft, behält jedoch ihre Gültigkeit für Studierende, die auf Grundlage dieser Studienordnung ihr Studium an der Humboldt-Universität zu Berlin aufgenommen haben.

(3) Studierende nach Absatz 2 können sich innerhalb von sechs Monaten nach In-Kraft-Treten der vorliegenden Studienordnung für ein Studium nach dieser Ordnung entscheiden. Die Erklärung muss schriftlich gegenüber dem Prüfungsbüro erfolgen und ist unwiderruflich.

(4) Das Studium nach der bisher gültigen Studienordnung (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 36/2008) wird längstens bis zum Außer-Kraft-Treten der Prüfungsordnung (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 36/2008) angeboten.

Anlagen: Masterstudiengang Physik

Anlage 1: Modulliste

Masterstudiengang Physik

Modul		Studienpunkte
Grundlagenmodule		zu belegen: 16
Modul P20	Mehrelektronenatome und Moleküle	8
Modul P21	Statistische Physik	8
Wahlpflichtmodule		zu belegen: 20
Modul P22.1	Wissenschaftliches Rechnen	10
Modul P22.2	Ausgewählte Probleme der theoretischen Physik	5
Modul P22.X	Aus Modulen P 23 zu wählen	5 oder 10
Module im Spezialisierungsfach		zu belegen: 20
Modul P23.1	Elementarteilchenphysik	
Modul P23.1.1	Grundlagen der Elementarteilchenphysik	10
Modul P23.1.2	Theoretische oder Experimentelle Elementarteilchenphysik	10
oder		
Modul P23.2	Festkörperphysik	
Modul P23.2.1	Grundlagen der Festkörperphysik	10
Modul P23.2.2	Spezialisierung Festkörperphysik	10
oder		
Modul P23.3	Makromoleküle und komplexe Systeme	
Modul P23.3.1	Grundlagen der Physik der Makromoleküle und komplexer Systeme	10
Modul P23.3.2	Spezialisierung Statistische Physik und nichtlineare Systeme	10
oder		
Modul P23.3.3	Spezialisierung Makromolekül- und Biophysik	10
oder		
Modul P23.4	Optik	
Modul P23.4.1	Optik-Basismodul	10
Modul P23.4.2	Optik-Spezialisierungsmodul	10
Module für die Vorbereitung der Masterarbeit		zu belegen: 34
Modul P24	Forschungspraktikum	14
Modul P25	Forschungsbeleg	20

Anlage 2: Empfohlener Studienverlaufsplan

Hier finden Sie die im Studiengang angebotenen Lehrveranstaltungen in den jeweiligen Modulen und eine Aufstellung der Studienpunkte (SP) im jeweiligen Semester in einem idealtypischen, so aber nicht verpflichtenden Studienverlauf.

	1. Semester [SP/SWS]	2. Semester [SP/SWS]	3. Semester [SP/SWS]	4. Semester [SP/SWS]
Modul P20	8/6			
Modul P21	8/6			
Modul P22	5/3	10/6	5/3	
Modul P23	5/3	10/6	5/3	
Modul P24	4	10		
Modul P25			20	
Masterarbeit				30
Studienpunkte	30	30	30	30

Anlage 3 : Modulbeschreibungen

Grundlagenmodule

Das Modul P20 „Mehrelektronenatome und Moleküle“ kann auch gegen eines der Module P10a „Festkörperphysik“ oder P10b „Kern- und Elementarteilchenphysik“ zur Struktur der Materie aus dem Monobachelor-Studiengang Physik ausgetauscht werden. Das Modul P21 „Statistische Physik“ kann mit dem Modul P9a „Fortgeschrittene Quantentheorie“ getauscht werden.

Modul P20: Mehrelektronenatome und Moleküle			Studienpunkte: 8
Lern- und Qualifikationsziele:			
Die Studierenden sollen die fundamentalen Prinzipien und Methoden aus dem Teilbereich Molekülphysik der Struktur der Materie kennenlernen, verstehen und anwenden können.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Fundierte Kenntnisse der Quantenphysik aus einem Bachelorstudiengang Physik.			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
VL	4	<u>165 Stunden (5,5 SP)</u> 60 Stunden Präsenzzeit 105 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Prüfungsvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Mehrelektronensysteme: Optische Übergänge, Grundlagen der Laserphysik - Aufbau der Moleküle: Molekül-Orbital-Modell, Methoden der Molekülmodellierung - Schwingungen und ihre Spektroskopie, IR- und Raman-Spektren
UE	2	<u>75 Stunden (2,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 45 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben und Prüfungsvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Elektronische Übergänge und ihre Spektroskopie - Kernmagnetische Resonanz (NMR) - Elektronenspinresonanz (ESR) - Experimente an und mit einzelnen Elektronen: Elektronen- und Röntgen-Mikroskopie, Raster-Sonden-Mikroskopie, Optische Spektroskopie einzelner Moleküle
Modulabschlussprüfung		Benotete Klausur oder mündliche Prüfung nach Festlegung durch den Lesenden / die Lesende zu Beginn des Semesters.	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		Variabel	

Modul P21: Statistische Physik			Studienpunkte: 8
<p>Lern- und Qualifikationsziele:</p> <p>In diesem Modul sollen die Studierenden Kenntnisse in theoretischer Physik aus dem Gebiet der statistischen Physik und Quantenstatistik erwerben. Ziel ist das Verstehen der theoretischen Zusammenhänge, die Beherrschung des entsprechenden mathematischen Apparates und seine selbstständige Anwendung zur Lösung der für die Teilgebiete charakteristischen theoretischen Problemstellungen.</p>			
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Fundierte Kenntnisse der Theoretischen Physik aus einem Bachelorstudiengang Physik, einschließlich der Quantentheorie.</p>			
Lehr- und Lernfor- men	Präsenz- SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
VL	4	<u>165 Stunden (5,5 SP)</u> 64 Stunden Präsenzzeit 101 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Prüfungsvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der statistischen Me- chanik - mikrokanonische Gesamtheit: Phasen- volumen, Entropie und Temperatur - kanonische Gesamtheit: Zustands- summe, und freie Energie, Gleichver- teilungssatz - großkanonische Gesamtheit: großka- nonische Zustandssumme, Teilchen- fluktuationen
UE	2	<u>75 Stunden (2,5 SP)</u> 32 Stunden Präsenzzeit 43 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben und Prüfungsvorberei- tung	<ul style="list-style-type: none"> - ideale Quantengase: ideales Fermi- Gas, ideales Bose-Gas - Systeme wechselwirkender Teilchen, Statistische Modellsysteme (Van der Waals, Ising, u.a.) - Phasenübergänge und kritische Phä- nomene
Modulabschlussprüfung		Benotete Klausur oder mündliche Prüfung nach Festlegung durch den Lesenden / die Lesende zu Beginn des Semesters.	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		WS	

Wahlpflichtmodule (P22)

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden sollen ihre Kenntnisse auf ausgewählten Gebieten der Physik oder anderer Wissenschaftsgebiete – vorzugsweise auf dem Gebiet der Naturwissenschaften – erweitern.

Struktur der Wahlpflichtmodule P22:

Die Studienleistungen (20 SP) zu P22 können mit mehreren (Teil-)Modulen erfüllt werden, wobei mindestens 10 Studienpunkte aus Modulen stammen sollen, die nicht mit dem Spezialisierungsfach übereinstimmen. Empfohlen werden Module P22.1, P22.2 bzw. eine Auswahl der innerhalb der Spezialisierungsfächer P23 aufgeführten Angebote.

Modul P22.1: Wissenschaftliches Rechnen			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
Numerische Simulationen werden zunehmend als „dritte Unterdisziplin“ zwischen theoretischer und experimenteller Physik begriffen. Hier sollen anhand einer Reihe von beispielhaften physikalischen Anwendungen die zu dieser Technik nötigen Fähigkeiten und Kenntnisse erworben werden. Dabei werden gleichzeitig die physikalischen Kenntnisse der betreffenden Bereiche vertieft.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Kenntnisse im Umgang mit Rechnern und Rechneranwendungen auf dem Niveau von Modul P5 (Rechneranwendung in der Physik) im Bachelorstudium, Physik-Inhalte des Bachelorstudiums.			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Quantenmechanik - Diffusion - Chaos - Perkolation
UE	4	<u>195 Stunden (6,5 SP)</u> 60 Stunden Präsenzzeit 135 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben, Vor- und Nachbesprechung der Programmier- und Simulationsaufgaben und deren selbstständige Durchführung und Protokollierung	- neuronale Netze - Monte-Carlo-Integration und -Simulation
Modulabschlussprüfung		Die zu bearbeitenden (etwa 12) Teilprojekte werden mit Punkten bewertet. Die Modulnote ergibt sich aus der Gesamtpunktzahl.	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich	

Modul P22.2: Ausgewählte Kapitel der der Theoretischen Physik			Studienpunkte: 5
Lern- und Qualifikationsziele: In diesem Modul sollen die Studierenden ihre Kenntnisse in theoretischer Physik vertiefen, indem sie ein zusätzliches modernes Gebiet der theoretischen Physik kennenlernen.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Fundierte Kenntnisse der Theoretischen Physik aus einem Bachelorstudiengang Physik, einschließlich der Quantentheorie.			
Lehr- und Lernfor- men	Präsenz- SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Prüfungsvorbereitung	Vorlesung zu jährlich wechselnden Themenbereichen, z.B.: - Allgemeine Relativitätstheorie - Nichtlineare Dynamik, Chaos, Turbu- lenz
UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben und Prüfungsvorberei- tung	- Quantenfeldtheorie - Methode der Greenschen Funktionen
Modulabschlussprüfung		Klausur oder mündliche Prüfung	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich	

Module im Spezialisierungsfach (P23)

Module im Spezialisierungsfach Elementarteilchenphysik (P23.1)

Das Lehrangebot umfasst eines von vier wählbaren Spezialisierungsfächern im Umfang von 20 SP, die im Verlauf der ersten drei Semester des Masterstudiums zu erwerben sind.

Lern- und Qualifikationsziele:

Verstehen der Grundlagen des Standardmodells der Elementarteilchenphysik und von Theorieansätzen jenseits des Standardmodells; Entwicklung der Fähigkeit, die erworbenen Kenntnisse forschungsnah anzuwenden und anderen im Vortrag zu vermitteln.

Bei Spezialisierung in experimenteller Teilchenphysik: Erwerben von Grundkenntnissen auf den Gebieten der experimentellen Elementarteilchenphysik, der Detektor- und Beschleunigerphysik sowie der Astroteilchenphysik.

Bei Spezialisierung in theoretischer Teilchenphysik: Beherrschen der Grundlagen der Quantenfeldtheorie hinsichtlich störungstheoretischer und nichtstörungstheoretischer Methoden.

Struktur des Spezialisierungsfachs:

Modul P23.1.1 ist obligatorischer Bestandteil der Ausbildung für alle Studierenden, die auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik ihre Masterarbeit anfertigen wollen. Je nach gewählter Spezialisierung ist zusätzlich eines der Module P23.1.2a, P22.1 oder P23.1.2b zu absolvieren.

Module	SP	Inhalt
P23.1.1	10	Grundlagen der Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik
P23.1.2a (Theoretische Spezialisierung)	10	Theoretische Elementarteilchenphysik
oder		oder
P23.1.2b (Experimentelle Spezialisierung)		Experimentelle Elementarteilchenphysik
oder		oder
P22.1	10	Wissenschaftliches Rechnen

Modul P23.1.1: Grundlagen der Elementarteilchenphysik			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernfor- men	Präsenz- SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Experimentelle Elementarteilchenphysik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	- W- und Z-Bosonen und deren Kopp- lungen - Gluonen und Tests der QCD - Physik der Tau-Leptonen
Experimentelle Elementarteilchenphysik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	- Higgs-Physik - Schwere Quarks - Quark-Mischungen und CP-Verletzung - Neutrino-physik - aktuelle Entwicklungen
oder			
Astroteilchenphy- sik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	- Grundlagen der Astrophysik - Nicht-thermisches Universum - Grundlagen der Magnetohydrodynamik - Supernovae - Neutronensterne
Astroteilchenphy- sik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	- Pulsare, Schwarze Löcher - Entstehung und Transport kosmischer Strahlung - Nachweis hochenergetischer kosmi- scher Hadronen - Photonen und Neutrinos
und			
Theoretische Ein- führung in das Standardmodell VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Prüfungsvorbereitung	- Symmetrien und Lie-Gruppen - Quarks - Eichfelder - spontane Symmetrie-Brechung
Theoretische Ein- führung in das Standardmodell UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben und Prüfungsvorberei- tung	- Higgs-Effekt - elektroschwache Theorie - Quantenchromodynamik - Feynman-Diagramme

Modulabschlussprüfung	Eine Klausur oder mündliche Prüfung zur Theoretischen Einführung in das Standardmodell
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn des Moduls	Jährlich

Modul P23.1.2a: Theoretische Elementarteilchenphysik (Theoretische Spezialisierung)			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Einführung in die Quantenfeldtheorie VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Kanonische Quantisierung freier und wechselwirkender Felder - Feynman-Regeln
Einführung in die Quantenfeldtheorie UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Quantenelektrodynamik
und			
Erweiterung des Standardmodells VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Große Vereinheitlichung - Supersymmetrie und Supergravitation - Superstrings
Erweiterung des Standardmodells UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Quantengravitation
oder			
Aktuelle Probleme der Theorie der Elementarteilchen VL+UE		<u>150 Stunden (5 SP)</u> Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	Variierende Vorlesungen insbesondere zu den Themenbereichen: Phänomenologie der Elementarteilchen; Gitterfeldtheorie, Temperaturabhängige Feldtheorie, Theorie kritischer Phänomene; Stringtheorie; Supersymmetrie in Quantenfeld- und Stringtheorie; Allgemeine Relativitätstheorie, Kosmologie; Funktionalintegrale in der Feldtheorie und Statistik; Mathematische Methoden der Elementarteilchentheorie.
oder			
Quantenfeldtheorie II VL+UE		<u>150 Stunden (5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	- Renormierung - Pfadintegrale - Quantisierung nicht-abelscher Eichtheorien
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung		
Dauer des Moduls	1 Semester		
Beginn des Moduls	Jährlich		

Modul P23.1.2b: Experimentelle Elementarteilchenphysik (Experimentelle Spezialisierung)			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Detektoren VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Wechselwirkung von Strahlung mit Materie - Szintillationszähler und Photon-Detektoren
Detektoren UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Spurkammern, Halbleiterdetektoren, Cherenkovdetektoren - elektromagnetische und hadronische Kalorimeter
oder			
Beschleunigerphysik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Beschleunigertypen - Synchrotronstrahlung - Transversale Strahldynamik und Strahlstabilität
Beschleunigerphysik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Hochfrequenzsysteme zur Teilchenbeschleunigung - Longitudinale Strahldynamik und Strahlstabilität
oder			
Aktuelle Probleme der Experimentellen Elementarteilchenphysik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	Variierende Themenbereiche
Aktuelle Probleme der Experimentellen Elementarteilchenphysik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich	

Module im Spezialisierungsfach Festkörperphysik (P23.2)

Das Lehrangebot umfasst eines von vier wählbaren Spezialisierungsfächern im Umfang von 20 SP, die im Verlauf der ersten drei FS des Masterstudiums zu erwerben sind.

Lern- und Qualifikationsziele:

Vertiefte Kenntnisse der Physik fester Körper, ihrer Phänomene und neuer Materialien. Entwickeln der Fähigkeit, die erworbenen Kenntnisse forschungsnah anzuwenden und anderen im Vortrag zu vermitteln.

Bei Spezialisierung in theoretischer Festkörperphysik: Einführung in die Quantentheorie von Vielteilchensystemen und ihren Wechselwirkungen sowie Anwendung auf die vielfältigen Eigenschaften von Festkörpern.

Bei Spezialisierung in experimenteller Festkörperphysik: Erwerben von grundlegenden Kenntnissen in einem oder mehreren Gebieten, wie Halbleiterphysik, Oberflächenphysik und Magnetismus, Supraleitung, Kristallographie und Materialphysik und das Experimentieren mit Synchrotronstrahlung.

Struktur des Spezialisierungsfachs :

Modul P23.2.1 ist obligatorischer Bestandteil der Ausbildung für alle Studierenden, die auf dem Gebiet der Festkörperphysik ihre Masterarbeit anfertigen wollen. Er besteht aus der Einführung in die Festkörpertheorie und mindestens einer der vier Einführungsvorlesungen zu Halbleitern, Kristallographie, Oberflächen, Supraleitung.

Aus dem Modul P23.2.2 sind für die jeweilige Spezialisierung die Veranstaltungen frei wählbar, wobei 2 Veranstaltungen zu belegen sind. Alternativ ist auch die Wahl von weiteren experimentellen Einführungsvorlesungen aus Modul P23.2.1 erlaubt. Der Stoff der Veranstaltung Aktuelle Probleme der Festkörperphysik wird jeweils rechtzeitig zum Beginn eines Semesters festgelegt. Es wird empfohlen, möglichst die Beratung durch die Professoren des Fachs zu nutzen.

Module	SP	Inhalt
P23.2.1	10	Grundlagen der Festkörperphysik
P23.2.2	10	Spezialisierung in der Festkörperphysik

Modul P23.2.1: Grundlagen der Festkörperphysik			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernfor- men	Präsenz- SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Einführung in die Festkörpertheorie VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	- Festkörper als Vielteilchensystem - Modellvorstellungen - elektronische Korrelationen
Einführung in die Festkörpertheorie UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	- Austauschwechselwirkungen - Elementaranregungen und das Quasi- teilchen-Konzept - Phasenübergänge
und			
Physik der Halb- leiter-Bauele- mente VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	- Dotierung - Ladungsträger-Statistik und Transport - Heterostrukturen - p/n-Übergang
Physik der Halb- leiter-Bauele- mente UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	- Dioden, LEDs, Laser - Transistoren, Metall-Halbleiter- Kontakte - Feldeffekt-Transistoren, Noise, Photodetektoren
oder			
Grundlagen der Kristallographie und Kristallde- fekte VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	- Symmetriellehre - Punktgruppen, Raumgruppen - Symmetrie und phys. Eigenschaften
Grundlagen der Kristallographie und Kristallde- fekte UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	- Tensorphysik - Realstruktur - Punkt-, Linien-, Flächen- und dreidim. Defekte - Nachweismethoden
oder			

Einführung in die Oberflächen-physik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- UHV-Technik - Methodik zur chemischen Zusammensetzung, zur geometrischen und zur elektronischen Struktur
Einführung in die Oberflächen-physik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	- Wechselwirkung von Teilchen mit Oberflächen - Anwendungen in der Materialforschung
oder			
Einführung in die Supraleitung VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Eigenschaften - Materialien - Experimente
Einführung in die Supraleitung UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	- phänomenologische Theorie - BSC-Theorie - Hochtemperatur-Supraleitung - aktuelle Anwendungen
Modulabschlussprüfung		Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung zu einer der Lehrveranstaltungen	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich	

Modul P23.2.2: Spezialisierung in der Festkörperphysik			Studienpunkte: 10
<p>Es sind für die jeweilige Spezialisierung die Veranstaltungen frei wählbar, wobei 2 Veranstaltungen zu belegen sind. Alternativ ist auch die Wahl von weiteren experimentellen Einführungsvorlesungen aus Modul P23.2.1 erlaubt. Der Stoff der Veranstaltung <i>Aktuelle Probleme der Festkörperphysik</i> wird jeweils rechtzeitig zum Beginn eines Semesters festgelegt.</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Quantentheorie des Magnetismus VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Modelle des Magnetismus (Heisenberg, Hubbard, Kondo-Gitter) - Ferro-, Ferri-, Antiferromagnetismus
Quantentheorie des Magnetismus UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Spinwellen und Magnonen - Suszeptibilität - magnetischer Phasenübergang - Spintronik
Grundlagen und Methoden der modernen Kristallzüchtung VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Einführung in die Kristallzüchtung - Anwendungen kristalliner Materialien - Thermodynamische Vorgänge - Theorie der Keimbildung
Grundlagen und Methoden der modernen Kristallzüchtung UE (Teilnahme an Züchtungsexperimenten im IKZ)	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Atomistische Modelle und morphologische Stabilität - Grenzflächenkinetik - Hydrodynamische Konzepte mit Relevanz für den Wachstumsprozess - Züchtungsmethoden für Einkristalle (Lösung, Schmelze, Gasphase) - Epitaxie und Nanostrukturen
Neue Richtungen der Elektronik und Optoelektronik sowie bei Bauelementen VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Themen werden zu Beginn eines jeden Semesters festgelegt
Neue Richtungen der Elektronik und Optoelektronik sowie bei Bauelementen UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	

Einführung in die Elektronenmikroskopie VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Grundlagen der Elektronenoptik - Aufbau und Wirkungsweise eines Transmissionselektronenmikroskops
Einführung in die Elektronenmikroskopie UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Methoden zur Abbildung, Beugung und Spektroskopie - Anwendungen
Aktuelle Probleme der Oberflächenphysik und Physik der dünnen Schichten VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Themen werden zu Beginn eines jeden Semesters festgelegt
Aktuelle Probleme der Oberflächenphysik und Physik der dünnen Schichten UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	
Experimentieren mit Synchrotronstrahlung VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Speicherung von relativistischen Teilchen - Erzeugung von Synchrotronstrahlung - Monochromatoren
Experimentieren mit Synchrotronstrahlung UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	- Wechselwirkung mit Materie - Spektroskopie - neueste Entwicklungen
Aktuelle Probleme der Festkörperphysik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Themen werden zu Beginn eines jeden Semesters festgelegt
Aktuelle Probleme der Festkörperphysik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	

Modulabschlussprüfung	Prüfung zu einer der Lehrveranstaltungen, die Prüfungsform (mündl. Prüfung, benoteter Vortrag oder benotete Projektaufgabe) wird zu Beginn des Semesters durch den Lesenden / die Lesende festgelegt.
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn des Moduls	Jährlich

Module im Spezialisierungsfach Makromoleküle und Komplexe Systeme (P23.3)

Das Lehrangebot umfasst eines von vier wählbaren Spezialisierungsfächern im Umfang von 20 SP, die im Verlauf der ersten drei FS des Masterstudiums zu erwerben sind.

Lern- und Qualifikationsziele:

Erwerben von grundlegenden Kenntnissen der theoretischen Konzepte und experimentellen Methoden der Physik von Makromolekülen, sowie ihrer Anwendungen in der Materialforschung und der Biophysik.

Bei theoretischer Spezialisierung: Erlernen der Methoden der Statistischen Physik fernab vom Gleichgewicht und der Modellierung nichtlinearer dynamischer Prozesse sowie ihrer Anwendungen. Entwickeln der Fähigkeit, die erworbenen Kenntnisse forschungsnah anzuwenden und anderen im Vortrag zu vermitteln.

Struktur des Spezialisierungsfachs :

Alle Lehrveranstaltungen des Moduls P23.3.1 sind obligatorischer Bestandteil der Ausbildung für alle Studierenden, die im Schwerpunktbereich Makromoleküle und Komplexe Systeme eine Masterarbeit anfertigen wollen.

Danach erfolgt eine Spezialisierung entsprechend Modul P23.3.2a oder P23.3.2b.

Aus dem Modul P23.3.2a ist die Vorlesung Physikalische Kinetik und aus P23.3.2b sind die Vorlesungen Einführung in die Physik von Makromolekülen und Einführung in die molekulare Photobiophysik obligatorisch. Weitere Veranstaltungen sind für die jeweilige Spezialisierung frei wählbar, wobei 2 Veranstaltungen zu belegen sind.

Module	SP	Inhalt
P23.3.1	10	Grundlagen der Physik der Makromoleküle und Komplexer Systeme
P23.3.2a	10	Spezialisierung Statistische Physik und Nichtlineare Dynamik
oder		oder
P23.3.2b		Spezialisierung Makromolekül- und Biophysik

Modul P23.3.1: Grundlagen der Physik der Makromoleküle und Komplexer Systeme			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Einführung in die Physik von Makromolekülen und Komplexer Systeme VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- makromolekulare biologische Maschinen - biomimetische Systeme - Biosynthese
Einführung in die Physik von Makromolekülen und Komplexer Systeme UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsprojekten	- Selbstorganisation - Moleküle und Systeme fernab vom Gleichgewicht
und			
Physikalische Kinetik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Fluktuationen - lineare Relaxationsprozesse - Fluktuations-Dissipationstheorem - Langevin-Gleichungen
Physikalische Kinetik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsprojekten	- Brownsche Bewegung und Diffusion - Reaktions-Diffusionsprozesse - Random walk Modelle - kinetische Theorie der Gase und Plasmen - Boltzmann-Gleichung und H-Theorem - Transportgleichungen
oder			
Einführung in die Physik von Makromolekülen II VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Polymerisationsreaktionen - Molmassenverteilungen, - Einzelne Makromoleküle in Lösung und an Grenzflächen
Einführung in die Physik von Makromolekülen II UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsprojekten	- Makromolekulare Nanostrukturen - Gummielastizität - Bio-makromoleküle - Molekulare Maschinen
Modulabschlussprüfung		Klausur	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich	

Modul P23.3.2a: Spezialisierung Statistische Physik und Nichtlineare Dynamik			Studienpunkte: 10
<p>Lern- und Qualifikationsziele: Verständnis der Methoden der Statistischen Physik fernab vom Gleichgewicht und der Modellierung nichtlinearer dynamische Prozesse. Anwendungen auf klassischen und quantenmechanischen Systemen unter Einbeziehung der Wirkung zufälliger Kräfte mit dem Ziel, diese Prozesse in Physik, Chemie und Biologie modellieren und analysieren zu können.</p> <p>Struktur des Moduls P23.3.2 a: Die Veranstaltungen sind frei wählbar. Insgesamt sind 2 Veranstaltungen zu belegen.</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Theorie ungeordneter Systeme VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Deterministische und zufällige fraktale Strukturen - Perkolationstheorie
Theorie ungeordneter Systeme UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	- Spinsysteme mit zufälligen Kopplungen - Diffusions- und Relaxationsprozesse auf ungeordneten Gittern - Continuous Time Random Walks
oder			
Stochastische Systeme VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Rauschen in dynamischen Systemen - Bilanzgleichungen für die Verteilungsfunktionen - Berechnung von Raten
Stochastische Systeme UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	- Simulation stochastischer Prozesse - nichtlineare stochastische Oszillatoren - Stochastische Resonanz - Ratchets und resonante Aktivierung
oder			
Dynamische Systeme VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Dissipative und Hamiltonsche Systeme - lokale und globale Bifurkationen
Dynamische Systeme UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	- Einfluss von Symmetrien und Übergänge zum Chaos - chaotische Attraktoren und fraktale Eigenschaften - Einführung in die KAM Theorie
oder			

Strukturbiidung fernab vom Gleichgewicht VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Nichtlineare Wellen - Frontausbreitung - Pulse und Spiralen
Strukturbiidung fernab vom Gleichgewicht UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	<ul style="list-style-type: none"> - Keimbildung - Hydrodynamische Instabilitäten - Nichtlineare Populationsdynamik - Aktive Brownsche Teilchen
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung zu einer der Veranstaltungen	
Dauer des Moduls		2 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich einmal mit Ausnahme der Vorlesungen ungeordneter Systeme, Stochastische Systeme, Dynamische Systeme und Strukturbiidung fernab vom Gleichgewicht, von denen jeweils 2 im jährlichen Wechsel angeboten werden.	

Modul P23.3.2b: Spezialisierung Makromolekül- und Biophysik			Studienpunkte: 10
<p>Lern- und Qualifikationsziele: Grundlegende Konzepte und Methoden der Physik von Makromolekülen, sowie ihrer Anwendungen in der Materialforschung und der Biophysik.</p> <p>Struktur des Moduls: Die Vorlesung „Einführung in die molekulare Photobiophysik“ ist Pflichtveranstaltung des Moduls. Eine weitere Veranstaltung ist zu belegen, die Veranstaltung ist frei wählbar.</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Einführung in die molekulare Photobiophysik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Photophysikalische Grundlagen - Methoden Moderner optischer Spektroskopie
Einführung in die molekulare Photobiophysik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsprojekten	- nichtlineare photophysikalische Systeme - Energietransfer-Prozesse - photoinduzierter Elektronentransfer
und			
Praktikum zur Makromolekül- und Biophysik PR	4	<u>150 Stunden (5 SP)</u> 60 Stunden Präsenzzeit einschließlich der Experimentdurchführungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich dem Schreiben von Protokollen	- Kraftmikroskopie - Kalorimetrie - Molekulardynamik-Simulationen - FT-Infrarot-Spektroskopie - Fluoreszenzabklingzeiten - Laser Flash Photolyse - Transiente Absorption im ps-Bereich
oder			
Theoretische Polymerphysik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Statistische Physik idealer Ketten - Selbstvermeidende Ketten - Polymerschmelzen und -lösungen
Theoretische Polymerphysik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsprojekten	- Polymere Netzwerke - Dynamik von Einzelketten in Lösung - Dynamik in Systemen vieler Ketten
oder			

Theorie von Transportprozessen in molekularen Nanostrukturen VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Grundlagen der Quantendynamik in molekularen Systemen - Wechselwirkung mit Femtosekunden-Laserpulsen
Theorie von Transportprozessen in molekularen Nanostrukturen UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsprojekten	- Ratentheorie des Elektronen-Transfers - Dichtematrixbeschreibung von Anregungsenergie-Transfer
oder			
Physik biologischer Materialien VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	- Strukturhierarchien - physikalische Wechselwirkungen im biologischen Milieu - Zellmembranen
Physik biologischer Materialien UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsprojekten	- natürliche Fasern - Virenhüllen - Mikrotubuli - Hornhaut, Muskel, Holz, Knochen und Sehnen - biomimetische Materialien
oder			
Spezialvorlesung zu wechselnden Themen VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	Aktuelle Themen aus der Makromolekül- und Biophysik; Themen werden zum Beginn eines jeden Semesters festgelegt.
Spezialvorlesung zu wechselnden Themen UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung zu einer der Veranstaltungen	
Dauer des Moduls		2 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich einmal	

Module im Spezialisierungsfach Optik/Photonik (P23.4)

Das Lehrangebot umfasst eines von vier wählbaren Spezialisierungsfächern im Umfang von 20 SP, die im Verlauf der ersten drei FS des Masterstudiums zu erwerben sind. Es richtet sich insbesondere an Studierende, die ihre Masterarbeit auf dem Gebiet der Optik/Photonik anfertigen möchten.

Lern- und Qualifikationsziele:

Erwerb grundlegender Kenntnisse der Modernen Optik, d.h. der aktuellen Forschungsgebiete, der Methodiken und Techniken sowie der offenen wissenschaftlichen Fragestellungen; Entwicklung der Fähigkeit, sich anhand wissenschaftlicher Publikationen in ein aktuelles Teilgebiet der modernen Optik einzuarbeiten und dieses anderen im Vortrag zu vermitteln; Überblick über aktuelle Literatur, Erlernen eigenständiger Recherche und Entwicklung der Fähigkeit, die erworbenen Kenntnisse praktisch in der Forschung anzuwenden.

Struktur des Spezialisierungsfachs:

Das Basismodul P 23.4.1 beinhaltet eine obligatorische einführende Vorlesung zum Thema Laser als Grundlage für alle weiteren Veranstaltungen. In einer weiteren wählbaren Vorlesung wird jeweils ein wichtiges Teilgebiet der modernen Optik/Photonik vorgestellt. Im Spezialisierungsmodul P 23.4.2 setzen sich die Studierenden im Seminar intensiv mit einem aktuellen Problem der modernen Optik/Photonik auseinander. In einer weiteren frei wählbaren Spezialvorlesung wird ein Spezialgebiet der modernen Optik/Photonik schon im Hinblick auf die Masterarbeit vertieft. Für eine theoretische Ausrichtung werden die Vorlesungen „Quantenoptik“ und z. B. „Quanteninformation“ oder „Theoretische Optik“ empfohlen.

Module	SP	Inhalt
P23.4.1	10	Optik-Basismodul
P23.4.2	10	Optik-Spezialisierungsmodul

Modul P23.4.1: Optik-Basismodul			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernfor- men	Präsenz- SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Laser VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkung von Atomen und Molekülen mit Licht - Optische Blochgleichungen - Resonatoren - Lasertypen - Theoretische Beschreibung des Lasers
Laser UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Methoden der Laser- spektroskopie - ausgewählte Anwendungen (z.B. La- serkühlen, Materiewellenoptik, Opt. Eigenschaften von Festkörpern und Nano-Strukturen, Laserspektroskopie an biologischen Systemen, u.a.)
und			
Quantenoptik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Quantisierung des elektromagneti- schen Feldes - Kohärenz - Darstellung des elektromagnetischen Feldes - Photonenpaare und Verschränkung
Quantenoptik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	<ul style="list-style-type: none"> - Nichtklassisches Licht - quantisierte Wechselwirkung von Licht mit Materie - System-Reservoir-Wechselwirkungen - Resonator-Quantenelektrodynamik - Elemente der Quanteninformation - Elemente der Atomoptik
oder			

Angewandte Photonik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Optische Kommunikation - integrierte Optik - Faseroptik - Lichtquellen für die Informationsverarbeitung
Angewandte Photonik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	<ul style="list-style-type: none"> - Signalverarbeitung - Optoelektronik - Optische Detektoren - Moderne Konzepte der Informationsverarbeitung
oder			
Nichtlineare Optik VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nachbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Optische Suszeptibilität - Wellengleichung für die nichtlineare Wechselwirkung
Nichtlineare Optik UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nachbereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsaufgaben	<ul style="list-style-type: none"> - Theorie und Zwei-Niveau-Näherung der nichtlinearen Optik - Suszeptibilität - Intensitätsabhängige Effekte - Brillouin- und Ramanprozesse - Elektrooptische Effekte - ultrakurze Pulse
Modulabschlussprüfung		Klausur oder mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung „Laser“	
Dauer des Moduls		2 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich einmal	

Modul P23.4.2: Optik-Spezialisierungsmodul			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernfor- men	Präsenz- SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Seminar Op- tik/Photonik SE	2	<u>150 Stunden (5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 120 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Halten eines Vortrages	Themen aus aktuellen Publikationen der Optik und der Photonik
und			
Spezialvorlesung VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	Semesterweise wechselnde Themenbe- reiche der Optik , z.B.: - Elemente der Nano-Optik - Theoretische Quantenoptik - Quanteninformation
Spezialvorlesung UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	- Ultrakurzzeitphysik - Laserkühlen - Halbleiter-Laser - Numerische Behandlung der Licht- Materie-Wechselwirkung - Theoretische Optik
oder			
Eine Wahlvorle- sung aus P23.4.1 VL	2	<u>105 Stunden (3,5 SP)</u> 30 Stunden Präsenzzeit 75 Stunden Vor- und Nach- bereitung	Inhalte wie oben
Eine Wahlvorle- sung aus P23.4.1 UE	1	<u>45 Stunden (1,5 SP)</u> 15 Stunden Präsenzzeit 30 Stunden Vor- und Nach- bereitung einschließlich Bearbeitung der Übungsauf- gaben	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung zur Spezial- oder Wahlvorlesung.	
Dauer des Moduls		2 Semester	
Beginn des Moduls		Jährlich einmal	

Forschungspraktikum (P24)

Lern- und Qualifikationsziele:

Die Studierenden sollen in diesem Modul mit selbständiger Forschung vertraut gemacht werden. Das Modul dient als Orientierungsphase bezüglich der Masterarbeit und kann daher bereits im Umfeld des Arbeitsgebietes der künftigen Masterarbeit stattfinden.

Struktur des Moduls:

Mitarbeit in einer wissenschaftlichen Gruppe.

Modul P24: Forschungspraktikum			Studienpunkte: 14
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Forschungsseminar der Arbeitsgruppe SE	2	<u>60 Stunden (2 SP)</u> Teilnahme am Forschungsseminar	Aktuelle Forschungsthemen der Arbeitsgruppe
Praktikum PR		<u>360 Stunden (12 SP)</u> Erarbeitung eines eigenen Vortrages oder Berichts (max. 10 Seiten) im Rahmen der Bearbeitung eines Forschungsthemas in der Arbeitsgruppe	Forschungsthemen in direktem Zusammenhang mit der Masterarbeit
Modulabschlussprüfung		Unbenoteter Bericht (maximal 10 Seiten) oder Seminarvortrag, vorzugsweise zum Stand der Forschung bzgl. des Themas der Masterarbeit im Forschungsseminar der Arbeitsgruppe	
Dauer des Moduls		2 Semester	
Beginn des Moduls		Jedes Semester	

Forschungsbeleg (P25)

Lern- und Qualifikationsziele:

Den Studierenden sollen in diesem Modul alle noch erforderlichen Werkzeuge in die Hand gegeben werden, die für die erfolgreiche Bearbeitung des Themas der Masterarbeit benötigt werden.

Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:

Module P20-P24, wobei in Modul P23 ein hinreichender Bezug zum Thema der Masterarbeit vorliegen soll. Letzteres ist vom Aufgabensteller der Masterarbeit zu gewährleisten.

Struktur des Moduls:

Das Modul ist bereits eng mit dem Thema der Masterarbeit verflochten und insofern strukturell von diesem abhängig.

Anmeldevoraussetzungen:

Die Anmeldung setzt die Vergabe eines Themas der Masterarbeit voraus.

Modul P25: Forschungsbeleg			Studienpunkte: 20
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Workload in Stunden (SP)	Themen, Inhalte
Forschungsseminar der Arbeitsgruppe SE	2	<u>60 Stunden (2 SP)</u> Teilnahme am Forschungsseminar	Aktuelle Forschungsthemen der Arbeitsgruppe
Praktikum PR	2	<u>540 Stunden (18 SP)</u> Durchführung von Forschungsarbeiten in unmittelbarer Vorbereitung der Masterarbeit; Erarbeitung des Fo.-belegs in Form eines Seminarvortrages oder eines Berichts (max. 10 Seiten)	Forschungsthemen in direktem Zusammenhang mit der Masterarbeit
Modulabschlussprüfung		Unbenoteter Bericht (maximal 10 Seiten) oder Seminarvortrag zu einem vorgegebenen Thema im Forschungsseminar der Arbeitsgruppe	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		Jedes Semester	

Prüfungsordnung

für den Masterstudiengang Physik

Gemäß § 17 Abs. 1 Ziffer 1 der Verfassung der Humboldt-Universität zu Berlin (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 28/2006) hat der Fakultätsrat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I am 19. Mai 2010 die folgende Prüfungsordnung erlassen.*

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Prüfungsausschuss
- § 3 Prüferinnen und Prüfer
- § 4 Umfang der Studien- und Prüfungsleistungen, Anerkennung von Leistungen, Regelstudienzeit
- § 5 Form der Prüfungen
- § 6 Masterarbeit und Kolloquium
- § 7 Sprache in Prüfungen
- § 8 Wiederholung von Prüfungen
- § 9 Ausgleich von Nachteilen, Vereinbarkeit von Familie und Studium
- § 10 Versäumnis und Rücktritt, Verzögerung, Täuschung und Ordnungsverstoß
- § 11 Benotung von Prüfungsleistungen
- § 12 Studienabschluss
- § 13 Scheine, Zeugnisse, Diploma Supplement und akademischer Grad
- § 14 Nachträgliche Aberkennung des Grades, Heilung von Fehlern
- § 15 Einsicht in die Prüfungsakten
- § 16 In-Kraft-Treten

Anlage: Übersicht über Modulabschlussprüfungen

§ 1 Geltungsbereich

Diese Prüfungsordnung gilt in Verbindung mit der Studienordnung für dieses Fach und der Allgemeinen Satzung für Studien- und Prüfungsangelegenheiten (ASSP) der Humboldt-Universität zu Berlin.

§ 2 Prüfungsausschuss

(1) Für Prüfungen im Fach Physik ist der Prüfungsausschuss des Instituts für Physik zuständig. Der Ausschuss wird auf Vorschlag der im Fakultätsrat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I vertretenen Gruppen durch den Fakultätsrat für 2 Jahre eingesetzt. Er kann im Laufe dieser Zeit durch Mehrheitsbeschluss durch einen neuen Ausschuss ersetzt werden. Die Amtszeit des studentischen Mitglieds kann auf ein Jahr begrenzt werden. Die Mitglieder des Ausschusses bleiben im Amt, bis die ihnen Nachfolgenden ihr Amt angetreten haben.

(2) Der Prüfungsausschuss besteht aus vier Hochschullehrerinnen und -lehrern, einer/einem wissenschaftlichen Mitarbeiter/in und zwei Studierenden. Die Hochschullehrerinnen und -lehrer müssen die Mehrheit der Stimmen haben. Der Ausschuss wählt aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen und -lehrer die oder den Vorsitzende/n und eine Stellvertreterin oder einen Stellvertreter. Der Prüfungsausschuss tagt nicht öffentlich.

(3) Der Prüfungsausschuss

- bestellt die Prüferinnen/Prüfer,
- achtet darauf, dass die Prüfungsbestimmungen eingehalten werden; Mitglieder haben das Recht, bei Abnahme der Prüfung zugegen zu sein,
- ist zuständig für die Festlegung der Prüfungszeiträume sowie Modalitäten der Zulassung und Anmeldung zu Prüfungen,
- berichtet regelmäßig dem Fakultätsrat über Prüfungen und Studienzeiten,
- informiert regelmäßig über die Notengebung,
- entscheidet über die Anerkennung von Leistungen,
- gibt Anregungen zur Studienreform.

(4) Der Ausschuss kann durch Beschluss Zuständigkeiten auf Vorsitzende und deren Stellvertretende übertragen. Der Prüfungsausschuss wird über alle Entscheidungen zeitnah informiert.

(5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses sind zur Amtsverschwiegenheit verpflichtet. Sofern sie nicht dem öffentlichen Dienst angehören, sind sie durch den Vorsitzenden oder die Vorsitzende entsprechend zu verpflichten.

§ 3 Prüferinnen und Prüfer

(1) Studienbegleitende Prüfungen in den Modulen werden von den Lehrenden abgenommen, die im Modul lehren und vom Prüfungsausschuss als Prüferinnen und Prüfer bestellt sind. Bestellt werden dürfen nur Lehrende, soweit sie zu selbstständiger Lehre berechtigt sind.

(2) In der beruflichen Praxis und Ausbildung erfahrene Personen können auch dann zu Prüferinnen oder Prüfern bestellt werden, wenn sie keine Lehre ausüben.

(3) Die Masterarbeit wird von Hochschullehrerinnen oder -lehrern oder von habilitierten wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen oder Mitarbeitern betreut und bewertet. Davon abweichend dürfen nichthabilitierte akademische Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter und Lehrbeauftragte nur zu Zweitgutachterinnen und Zweitgutachtern bestellt werden, soweit sie zu selbstständiger Lehre berechtigt sind oder wenn Hoch-

* Die Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung hat die Prüfungsordnung am 05. August 2010 befristet bis zum 30. September 2013 bestätigt.

schullehrerinnen und Hochschullehrer oder habilitierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für Prüfungen nicht zur Verfügung stehen.

§ 4 Umfang der Studien- und Prüfungsleistungen, Anerkennung von Leistungen, Regelstudienzeit

(1) Der Masterstudiengang wird in einer Regelstudienzeit von vier Semestern und mit einem Umfang von 120 SP abgeschlossen. Davon entfallen 90 Studienpunkte auf das Fachstudium und 30 Studienpunkte auf die Masterarbeit.

(2) Die Leistungsanforderungen im Studium ergeben sich aus dem Studienangebot gemäß §§ 3 und 6 der Studienordnung und den im Anhang ausgewiesenen Modulabschlussprüfungen. Studienpunkte werden vergeben, wenn die geforderte Arbeitsleistung erbracht und ggf. die Modulabschlussprüfung bestanden wurde. Dies gilt auch für die Anerkennung von Leistungen, die an anderen Hochschulen erbracht worden sind.

(3) Die Anerkennung von Leistungen in anderen Fächern oder an anderen Hochschulen richtet sich nach den maßgeblichen Regelungen der Humboldt-Universität zu Berlin.

(4) Leistungen, die während eines Studienaufenthalts im Ausland auf der Grundlage einer Studienvereinbarung („learning agreement“) erbracht worden sind, werden auf Antrag vom Prüfungsausschuss anerkannt.

§ 5 Form der Prüfungen

(1) Prüfungsleistungen werden in unterschiedlichen Formen erbracht. Möglich sind mündliche, schriftliche und multimediale Prüfungsleistungen. Die Prüfungsleistung muss so gestaltet sein, dass sie die für das Modul in der Studienordnung ausgewiesene Arbeitsbelastung der Studierenden nicht erhöht. Sind für die Modulabschlussprüfung alternative Prüfungsformen vorgesehen, ist die jeweilige Prüfungsform zu Beginn des Moduls bekannt zu geben.

(2) In mündlichen Prüfungen weisen Studierende nach, dass sie die Besonderheiten, Grenzen, Terminologien und Lehrmeinungen ihres Studienfaches definieren und interpretieren können, über ein breites, detailliertes und kritisches Verständnis in einem Spezialgebiet auf dem aktuellen Stand der Forschung und Anwendung verfügen und Informationen, Probleme, Ideen und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau vermitteln können. Mündliche Prüfungen dauern in der Regel 45-60 Minuten; sie verlängern sich, wenn mehrere Studierende gemeinsam geprüft werden. Sie werden protokolliert. Die Note wird dem oder der Studierenden im Anschluss an die Prüfung mitgeteilt und begründet. Andere Personen können auf Wunsch der oder des Studierenden bei der Prüfung anwesend sein.

(3) In schriftlichen Prüfungen weisen Studierende nach, dass sie fachgerecht Aufgaben lösen oder eigenständig Aufgaben oder Themen bearbeiten und

Lösungen strukturiert präsentieren können. Schriftliche Prüfungen in Form von Klausuren können je nach Typ der Aufgabe zwischen einer und drei Stunden dauern. Die schriftlichen Prüfungsleistungen werden in der Regel anonymisiert bewertet. Die Note wird Studierenden spätestens vier Wochen nach der Prüfung mitgeteilt; sie wird schriftlich oder mündlich begründet. Zu schriftlichen Prüfungen zählen Klausuren, Hausarbeiten, Kurzpapiere, Essays etc. Arbeitsaufwand und Studienpunkte sind der Modulbeschreibung zu entnehmen.

(4) In multimedialen Prüfungen weisen Studierende nach, dass sie unter Nutzung unterschiedlicher Medien selbstständig Themen aus dem Fachgebiet bearbeiten und Ergebnisse präsentieren können.

§ 6 Masterarbeit und Kolloquium

(1) Zur Masterarbeit wird zugelassen, wer die Modulabschlussprüfungen der folgenden Module bestanden hat: P20, P21, P22, P23.

(2) In der Masterarbeit weisen Studierende nach, dass sie ein Thema aus ihrem Fachgebiet unter Herstellung multidisziplinärer Zusammenhänge und auf dem aktuellen Stand der Forschung und Anwendung selbstständig wissenschaftlich bearbeiten können. Sie ist innerhalb von 6 Monaten zu erstellen, soll in der Regel einen Umfang von 60 Seiten Text nicht überschreiten und ist mit einer unterschriebenen Erklärung zur Beachtung dieser Prüfungsordnung, zur eigenständigen Anfertigung der Arbeit und zur erstmaligen Einreichung einer Masterarbeit in diesem Studienggebiet in *zweifacher* Ausfertigung und grundsätzlich auch in elektronischer Form beim Prüfungsausschuss einzureichen. Die Bearbeitungszeit kann auf Antrag der/des Studierenden beim Prüfungsausschuss aus wichtigen Gründen, die sie/er nicht zu vertreten hat, verlängert werden.

(3) Das Thema der Masterarbeit vergeben die vom Prüfungsausschuss zu bestellenden Prüferinnen oder Prüfer, die auch die Betreuung und ein Gutachten zur Arbeit übernehmen, nach einer Besprechung mit dem oder der Studierenden. Studierende können Themen vorschlagen, ohne dass dem Vorschlag gefolgt werden muss. Studierende können ein Thema innerhalb von 14 Tagen nach Ausgabe an den Prüfungsausschuss zurückgeben; sie erhalten dann ein neues Thema zur Bearbeitung.

(4) Die Masterarbeit wird in deutscher oder englischer Sprache verfasst.

(5) Die Masterarbeit wird unabhängig vom ersten Gutachten von einer zweiten Prüferin bzw. einem zweiten Prüfer begutachtet, die ebenfalls der Prüfungsausschuss bestellt. Die Note ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Notenvorschläge in den beiden Gutachten. Weichen die Notenvorschläge um mehr als eine Note voneinander ab oder wird ein „nicht ausreichend“ vorgeschlagen, bestellt der Prüfungsausschuss ein weiteres Gutachten und setzt die Note auf der Grundlage der drei Gutachten fest.

(6) Studierende müssen ihre Masterarbeit in einem Kolloquium in Anwesenheit der Prüferin oder des Prüfers präsentieren. Die dem Kolloquiumsvortrag des Kandidaten folgende Befragung zur Masterarbeit ist auf 30 Minuten Dauer begrenzt. In einem Gespräch mit den Prüferinnen und Prüfern verteidigen. Diese mündliche Leistung wird von den Prüfenden benotet, die Note sofort mitgeteilt und begründet.

(7) Die Note der Masterarbeit ergibt sich als ein Drittel der Summe der zweifach gewichteten Gutachten-Note und der Note für den Kolloquiumsvortrag. Die Note der Masterarbeit geht in die Abschlussnote des Masterstudiums mit einem Gewicht von 50 SP ein, das sich zusammensetzt aus den 20 SP des Forschungsbelegs (Modul P25) und den 30 SP der eigentlichen Masterarbeit.

§ 7 Sprache in Prüfungen

Prüfungen werden in der Regel in deutscher Sprache erbracht. Prüferinnen und Prüfer können aus fachlichen Gründen Prüfungen in anderen Sprachen abnehmen. Über Ausnahmen aus individuellen Gründen entscheidet der Prüfungsausschuss auf schriftlichen Antrag.

§ 8 Wiederholung von Prüfungen

(1) Nicht bestandene Modulabschlussprüfungen können zwei Mal wiederholt werden. Die erste Wiederholung soll Studierenden vor Beginn der Vorlesungszeit, die zweite Wiederholung muss vor Ende der Vorlesungszeit des auf die nicht bestandene Prüfung folgenden Semesters ermöglicht werden.

(2) Die Form der ersten Wiederholungsprüfung wird von dem lesenden Prüfer/der lesenden Prüferin festgelegt, die zweite Wiederholungsprüfung ist immer eine mündliche Prüfung mit zwei Prüferinnen oder Prüfern. Der /die zu prüfende Studierende kann für die zweite Wiederholungsprüfung Prüferinnen bzw. Prüfer vorschlagen. Dafür kommt jede Prüferin / jeder Prüfer in Frage, die / der für das jeweilige Fach vom Prüfungsausschuss bestellt ist. Der Vorschlag des Studenten /der Studentin begründet keinen Anspruch.

(3) Eine nicht bestandene Masterarbeit kann nur ein Mal, mit einem neuen Thema, wiederholt werden. Fehlversuche an anderen Universitäten im Geltungsbereich des Hochschulrahmengesetzes werden angerechnet. Die Erstellung der zweiten Masterarbeit sollte spätestens drei Monate nach dem Bescheid über die erste Arbeit beginnen.

§ 9 Ausgleich von Nachteilen, Vereinbarkeit von Familie und Studium

Wer wegen länger andauernder Krankheit und/oder ständiger körperlicher Beeinträchtigungen oder Behinderungen oder wegen der Betreuung von Kindern oder anderen Angehörigen nicht in der Lage ist, Prüfungsleistungen und Studienleistungen ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form oder zur vorgesehenen Zeit zu erbringen, hat einen Anspruch auf den Ausgleich dieser Nachteile. Der Prüfungsausschuss

legt auf Antrag und in Absprache mit der oder dem Studierenden und der oder dem Prüfenden Maßnahmen fest, wie eine gleichwertige Prüfung erbracht werden kann. Maßnahmen sind insbesondere andere Prüfungsformen, verlängerte Bearbeitungszeiten, Nutzung anderer Medien, Prüfung in einem bestimmten Raum oder ein anderer Prüfungszeitpunkt. Die Inanspruchnahme der Schutzfristen nach dem Mutterschutzgesetz bzw. Bundeserziehungsgeldgesetz ist möglich.

§ 10 Versäumnis und Rücktritt, Verzögerung, Täuschung und Ordnungsverstoß

(1) Wer zu einem Prüfungstermin nicht erscheint, die Prüfung abbricht oder die Frist für die Erbringung der Prüfungsleistung überschreitet, hat die Prüfung nicht bestanden. Dies gilt nicht, wenn dafür wichtige Gründe vorliegen, die durch die zu Prüfende oder den zu Prüfenden nicht zu vertreten sind. Diese Gründe müssen unverzüglich dem Prüfungsausschuss mitgeteilt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit ist eine ärztliche Bescheinigung vorzulegen. Der Prüfungsausschuss teilt dem oder der Studierenden mit, ob die Gründe anerkannt werden. Ist dies der Fall, darf die Prüfung nachgeholt oder die Frist verlängert werden; bereits erbrachte Leistungen sind anzuerkennen.

(2) Wer das Ergebnis einer Prüfungsleistung durch Täuschung, durch Verwendung von Quellen ohne deren Nennung, durch Zitate ohne Kennzeichnung oder durch Nutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen sucht oder andere Studierende im Verlauf der Prüfung stört, hat die Prüfung nicht bestanden. In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss bestimmen, dass eine Wiederholung der Prüfung nicht möglich ist. Wird die Täuschung oder der Versuch erst nach Erteilung des Nachweises bekannt, wird der Nachweis rückwirkend aberkannt.

(3) Der Prüfungsausschuss muss Studierende anhören, ihnen belastende Entscheidungen unverzüglich mitteilen, sie begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung versehen. Studierende haben das Recht, belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses innerhalb von acht Werktagen auf der Grundlage eines begründeten Antrags vom Prüfungsausschuss überprüfen zu lassen.

§ 11 Benotung von Prüfungsleistungen

(1) Die Benotung aller Prüfungsleistungen orientiert sich an den allgemeinen Regelungen der Humboldt-Universität zu Berlin und am European Credit Transfer System (ECTS). Es werden folgende Noten vergeben:

- 1 = sehr gut – eine hervorragende Leistung, ggf. auch 1,3
- 2 = gut – eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt; ggf. auch 1,7 oder 2,3
- 3 = befriedigend – eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht, ggf. auch 2,7 oder 3,3
- 4 = ausreichend – eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt, ggf. auch 3,7

5 = nicht ausreichend – eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt

(2) Wird aus mehreren Noten eine Gesamtnote gebildet, wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen. Es gilt:

- bei einem Durchschnitt bis einschließlich 1,5 = sehr gut
- bei einem Durchschnitt von 1,6 bis einschließlich 2,5 = gut
- bei einem Durchschnitt von 2,6 bis einschließlich 3,5 = befriedigend
- bei einem Durchschnitt von 3,6 bis einschließlich 4,0 = ausreichend
- bei einem Durchschnitt ab 4,1 = nicht ausreichend

§ 12 Studienabschluss

(1) Der Masterstudiengang ist erfolgreich abgeschlossen, wenn alle Studien- und Prüfungsleistungen gemäß Anlage erfolgreich erbracht wurden und eine Masterarbeit in einem Umfang von 30 Studienpunkten sowie ein Kolloquium und/oder deren mündliche Verteidigung insgesamt mindestens mit ausreichend benotet worden ist.

(2) Die Gesamtnote für den erfolgreichen Abschluss des Masterstudiengangs setzt sich aus den Noten aller Modulabschlussprüfungen, gewichtet nach den jeweils zu erbringenden Studienpunkten, und der Note der Masterarbeit gewichtet gemäß § 6 Abs. 7 zusammen.

(3) Die Gesamtnote wird zusätzlich im Einklang mit der jeweils geltenden ECTS-Bewertungsskala ausgewiesen. Näheres dazu regelt die Allgemeine Satzung für Studien- und Prüfungsangelegenheiten der Humboldt-Universität zu Berlin.

§ 13 Scheine, Zeugnisse, Diploma Supplement und akademischer Grad

(1) Alle Prüfungsleistungen im Fach Physik werden nach Maßgabe der allgemeinen Regelungen für das Studium an der Humboldt-Universität zu Berlin bescheinigt. Studierende erhalten ein „Diploma Supplement“, das den Anforderungen der EU entspricht.

(2) Wer den Masterstudiengang Physik erfolgreich abschließt, erlangt den Akademischen Grad „Master of Science (M.Sc.)“.

§ 14 Nachträgliche Aberkennung des Grades, Heilung von Fehlern

(1) Wird nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, dass die Voraussetzungen für den Abschluss des Studiums nicht erfüllt waren, und hat der oder die Studierende dies vorsätzlich verschwiegen, werden Zeugnis und Grad durch den Prüfungsausschuss entzogen und die Urkunde eingezogen. Handelte der oder die Studierende nicht vorsätzlich, sind die Voraussetzungen nachträglich zu erfüllen und der Mangel wird durch eine erfolgreiche Masterarbeit behoben.

(2) Dasselbe gilt, wenn nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt wird, dass der oder die Studierende im Studium getäuscht hat.

§ 15 Einsicht in die Prüfungsakten

Nach Abschluss der jeweiligen Modulabschlussprüfung und der Abschlussprüfung besteht innerhalb von drei Monaten Anspruch auf Einsicht in die eigenen schriftlichen oder multimedialen Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten und die Prüfungsprotokolle. Die Einsicht ermöglicht der Prüfungsausschuss auf Antrag. Bei der Einsicht besteht die Möglichkeit der Anfertigung von Kopien.

§ 16 In-Kraft-Treten

(1) Diese Prüfungsordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im *Amtlichen Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin* in Kraft.

(2) Die bisher gültige Prüfungsordnung (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 36/2008) tritt am gleichen Tage außer Kraft, behält jedoch ihre Gültigkeit für Studierende, die auf Grundlage dieser Prüfungsordnung ihr Studium an der Humboldt-Universität zu Berlin aufgenommen haben.

(3) Studierende nach Absatz 2 können sich innerhalb von sechs Monaten nach In-Kraft-Treten der vorliegenden Prüfungsordnung für eine Prüfungsabnahme nach dieser Ordnung entscheiden. Die Erklärung muss schriftlich gegenüber dem Prüfungsbüro erfolgen und ist unwiderruflich.

(4) Die Prüfungen nach der bisher gültigen Prüfungsordnung (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 36/2008) werden bis zu zwei Semester nach Ablauf der Regelstudienzeit abgenommen.

Anlage: Übersicht über die Modulabschlussprüfungen im Studiengang *Physik*

Modul	SP des Moduls	Form und Umfang der Modulabschlussprüfung
Grundlagenmodule zu belegen: 16 SP		
P20: Mehrelektronenatome und Moleküle	8	Klausur oder mündliche Prüfung
P21: Statistische Physik	8	Klausur oder mündliche Prüfung
Wahlpflichtmodule zu belegen: 20 SP		
P22.1: Wissenschaftliches Rechnen	10	Keine MAP, benotete Übungen
P22.2: Ausgewählte Kapitel der Theoretischen Physik	5	Klausur oder mündliche Prüfung
P22.X: Aus Modulen P23 zu wählen	5 oder 10	Klausur oder mündliche Prüfung
Module im Spezialisierungsfach zu belegen: 20 SP		
Spezialisierungsfach Elementarteilchenphysik		
P23.1.1: Grundlagen der Elementarteilchenphysik	10	Klausur oder mündliche Prüfung
P23.1.2a: Theoretische Elementarteilchenphysik	10	Mündliche Prüfung
oder		
P23.1.2b: Experimentelle Elementarteilchenphysik	10	Mündliche Prüfung
Oder		
Spezialisierungsfach Festkörperphysik		
P23.2.1: Grundlagen der Festkörperphysik	10	Klausur oder mündliche Prüfung
P23.2.2: Spezialisierung in der Festkörperphysik	10	Prüfungsform zu Beginn des Semesters
Oder		
Spezialisierungsfach Makromoleküle und Komplexe Systeme		
P23.3.1: Grundlagen der Makromoleküle und Komplexer Systeme	10	Klausur
P23.3.2a: Spezialisierung Statistische Physik und Nichtlineare Dynamik	10	Mündliche Prüfung
oder		
P23.3.2b: Spezialisierung Makromolekül- und Biophysik	10	Mündliche Prüfung
Oder		
Spezialisierungsfach Optik/Photonik		
P23.4.1: Optik Basismodul	10	Klausur oder mündliche Prüfung
P23.4.2: Optik-Spezialisierungsmodul	10	Mündliche Prüfung
Module für die Vorbereitung der Masterarbeit zu belegen: 34 SP		
P24: Forschungspraktikum	14	Unbenoteter Bericht oder Seminarvortrag
P25: Forschungsbeleg	20	Unbenoteter Bericht oder Seminarvortrag