

# 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 / 2008**

Satz und Vertrieb: Referat Öffentlichkeitsarbeit, Marketing und Fundraising

**17. Jahrgang / 24. Juli 2008**

---



# Studienordnung für den Masterstudiengang Physik

Gemäß § 17 Abs. 1 Ziffer 1 der Verfassung der Humboldt-Universität zu Berlin (Amtliches Mitteilungsblatt der HU Nr. 28/2006) hat der Fakultätsrat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I am 19. Dezember 2007 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 Inkrafttreten

Anlage 1: Modulliste

Anlage 2: Empfohlener Studienverlaufsplan

Anlage 3: Modulbeschreibungen

## § 1 Geltungsbereich

Die Studienordnung regelt Ziele, Inhalt und Aufbau des Masterstudiums Physik der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I 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 jeweils zum Wintersemester oder Sommersemester aufgenommen werden.

(2) Das Studium ist in der Regel ein Vollzeitstudium. Es kann gemäß der ASSP auf Antrag und aus den dort bestimmten Gründen als Teilzeitstudium studiert werden.

## § 3 Umfang der Studienangebote des Faches

In einem Masterstudiengang müssen insgesamt 120 Studienpunkte (SP) erworben werden. Davon entfallen 90 Studienpunkte auf das Fachstudium und 30 Studienpunkte auf die Masterarbeit. Der Gesamtumfang des Studienganges beträgt somit 3600 Stunden Arbeitsaufwand für Studierende, die auf eine Regelstudienzeit von vier Semestern im Umfang von je 30 Studienpunkten, also 900 Stunden pro Semester verteilt sind.

## § 4 Studienziele, Internationalität und Anerkennung anderer Studienleistungen

(1) Das Studium zielt auf die Vermittlung der Fähigkeit, physikalische Probleme zu analysieren und selbstständig (auch unkonventionelle) Lösungen auszuarbeiten. Der erfolgreiche Studienabschluss in der Physik qualifiziert für Berufe, in denen diese Problemlösungs-Kompetenz gefragt ist, d.h. für ein großes Spektrum von Berufen in Forschung und Wirtschaft. Studierende erlangen diese Kompetenzen in der Mischung aus Präsenzlehre, virtueller Lehre und Selbststudium, einzeln und gemeinsam mit anderen. Als Studium an der Humboldt-Universität zu Berlin eröffnet das Fach Physik die Möglichkeit, frühzeitig auch eigenständig an Forschungs- und Entwicklungsprojekten mitzuwirken.

(2) Das Studium fördert das internationalisierte Wissen durch Studien im Ausland.

(3) Gleichwertige Studien- und Prüfungsleistungen, die in anderen Fächern oder an anderen Hochschulen erbracht worden sind, werden auf der Grundlage der Prüfungsordnung und der maßgeblichen Regelungen der Humboldt-Universität zu Berlin anerkannt.

## § 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. Einzelne Module können im Ausland absolviert werden.

(2) Der Fakultätsrat setzt die Inhalte der Module fest; er kann im Rahmen der Qualifikationsziele des Faches Lehr- und Lernformen oder Module austauschen oder neue hinzufügen, um der wissenschaftlichen Entwicklung des Faches sowie der beruflichen Chancen der Studierenden Rechnung zu tragen. Die Module und das jeweilige Angebot an Lehrveranstaltungen werden auf den Internet-Seiten der Fakultät und im Amtlichen Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin veröffentlicht. Die Studienfachberatung informiert über die aktuellen Inhalte und Anforderungen des Faches und ist bei der individuellen Studienplanung behilflich.

(3) 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 Gruppenarbeit, der Projektarbeit oder der Arbeit an Präsentationen und anderen Studienarbeiten sowie dem Prüfungsaufwand zusammen.

\* Die Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung hat die Studienordnung am 18. Juni 2008 befristet bis zum 30. September 2010 zur Kenntnis genommen.

(4) Für den Erwerb der Studienpunkte müssen die geforderten Arbeitsleistungen erbracht und die Modul(teil)prüfung bestanden sein. Die Arbeitsleistungen werden auf die in der Modulbeschreibung festgelegte Weise nachgewiesen. Die Einzelheiten zu Dauer und Umfang der Modulabschlussprüfungen geben die Lehrenden zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltungen bekannt.

## § 6 Studienaufbau

(1) Das Studium gliedert sich in folgende Abschnitte (s. Anlagen):

P20 Modul „Fortgeschrittene Experimentalphysik“

P21 Modul „Fortgeschrittene theoretische Physik“

P22 Wahlpflichtmodule

P23 Module im Spezialisierungsfach

P24 Modul „Forschungspraktikum“

P25 Modul „Forschungsbeleg“

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

(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 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.

## § 7 Lehr- und Lernformen

Die im Studiengang zu erwerbenden Kompetenzen werden in unterschiedlichen Lehr- und Lernformen vermittelt. Die Arbeitsbelastung der Studierenden ergibt sich aus der Präsenzzeit und der zugehörigen Vorbereitung im Selbststudium in der Vorlesungszeit (SWS) und dem Selbststudium in der vorlesungsfreien Zeit. Die Gesamtarbeitsbelastung wird in den Beschreibungen der Module festgelegt.

### Vorlesung (VL):

Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, die Studierenden breites Wissen im Überblick vermitteln sollen. Sie umfassen in der Regel 2-4 Studienpunkte.

### Übungen (UE):

Lehrveranstaltungen in Gruppen von maximal 30 Studierenden, in denen durch Anwendung der vermittelten Methoden auf konkrete physikalische und mathematische Probleme und Orientierung auf deren selbständige Lösung der Vorlesungsstoff vertieft wird. Sie umfassen in der Regel 2-4 Studienpunkte.

### Seminar (SE), als Hauptseminar oder Forschungsseminar:

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. Sie umfassen in der Regel 4-6 Studienpunkte.

### Studienprojekt (SPJ):

Studienprojekte vermitteln Studierenden methodische Kompetenzen und ermöglichen die Arbeit an selbst gewählten Forschungsprojekten. Sie umfassen in der Regel 4-6 Studienpunkte.

### Projektutorien (PRT):

Projektutorien sind studentische Lehrveranstaltungen, in denen ggf. unterstützt durch Lehrende eigenständig gewählte Themen aus unterschiedlichen Perspektiven bearbeitet und Fähigkeiten wissenschaftlicher Reflexion eingeübt werden. Sie umfassen in der Regel 2-4 Studienpunkte.

### 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. Sie umfassen einschließlich der Vor- und Nachbereitung insgesamt in der Regel 2-4 Studienpunkte.

### Kolloquium (KO):

Kolloquien zielen auf die aktive Reflexion vertiefter Fragestellungen aus der Forschung. Sie können die Phase des Studienabschlusses und der Erstellung der Masterarbeit ergänzen. Sie umfassen in der Regel 2-4 Studienpunkte.

### (Berufliches) Praktikum (PR), Praxisseminar (PS), Praxisworkshop (PW), schulpraktische Studien (SPS), Laborpraktikum, Theoretikum, Praxis-Kolloquium (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.

## § 8 Qualitätssicherung

Das Studienangebot unterliegt regelmäßigen Maßnahmen zur Sicherung der Qualität dieses Angebotes. Dazu zählen insbesondere die Akkreditierung und Re-Akkreditierung und die Evaluation der Lehre.

## § 9 In-Kraft-Treten

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

Anlage1 : Modulliste

<b>Modul</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Studienpunkte</b>
<b><u>Grundlagenmodule</u></b>		<b><u>zu belegen: 25</u></b>
<b>P20 Fortgeschrittene Experimentalphysik</b>		
	Atom- und Molekülphysik	5
	Festkörperphysik	5
	Kern- und Elementarteilchenphysik	5
	Optik	5
<b>P21 Fortgeschrittene theoretische Physik</b>		
	Quantentheorie	5
	Statistische Physik	5
<b><u>Wahlpflichtmodule (P22) :</u></b>		<b><u>zu belegen: 20</u></b>
P22.1 Wissenschaftliches Rechnen		10
P22.2 Fortgeschrittene Elektrodynamik		5
P22.3 Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik		5
<b><u>Module im Spezialisierungsfach:</u></b>		<b><u>zu belegen: 20</u></b>
[P23.1] : Elementarteilchenphysik		
	P23.1.1 Grundlagen der Elementarteilchenphysik	10
	P23.1.2 Theoretische oder Experimentelle Elementarteilchenphysik	10
<i>oder</i>		
[P23.2] : Festkörperphysik		
	P23.2.1 Grundlagen der Festkörperphysik	10
	P23.2.2 Spezialisierung Festkörperphysik	10
<i>oder</i>		
[P23.3] : Makromoleküle und komplexe Systeme		
	P23.3.1 Grundlagen zur Physik der Makromoleküle u. komplexer Systeme	10
	P23.3.2a Statistische Physik und nichtlineare Systeme	10
<i>oder</i>		
	P23.3.2b Spezialisierung in Makromolekül- und Biophysik	10
<i>oder</i>		
[P23.4] : Optik/Photonik		
	P23.4.1 Optik-Basismodul	10
	P23.4.2 Optik-Spezialisierungsmodul	10
<b><u>Module für die Vorbereitung der Masterarbeit:</u></b>		<b><u>zu belegen: 25</u></b>
P24 Forschungspraktikum		5
P25 Forschungsbeleg		20

Anlage 2.: Empfohlene Studienverlaufspläne

**1. Studienverlaufplan bei Wahl des Spezialisierungsfachs „Makromoleküle und komplexe Systeme“ bzw. „Festkörperphysik“**

<i>Sem.</i>	<i>Halb-Sem.</i>	<i>P20</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P21</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P22</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P23</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P24</i> <i>SP</i>	<i>P25</i> <i>SP</i>	<i>Master- arbeit</i> <i>SP</i>	<i>SP</i>
1.Sem	1.HS	5/3	5/3	10/6	5/3				30
	2.HS		5/3						
2.Sem	1.HS	5/3		5/3	10/6	5			30
	2.HS	5/3							
3.Sem	1.HS			5/3	5/3		20		30
	2.HS								
4.Sem	1.HS 2.HS							30	30

**2. Studienverlaufplan bei Wahl des Spezialisierungsfachs „Optik/Photonik“ bzw. „Elementarteilchenphysik“:**

<i>Sem.</i>	<i>Halb-Sem.</i>	<i>P20</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P21</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P22</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P23</i> <i>SP/ SWS</i>	<i>P24</i> <i>SP</i>	<i>P25</i> <i>SP</i>	<i>Master- arbeit</i> <i>SP</i>	<i>SP</i>
1.Sem	1.HS	5/3	5/3	5/3	5/3				30
	2.HS	5/3	5/3						
2.Sem	1.HS	5/3		10/6	10/6	5			30
	2.HS								
3.Sem	1.HS			5/3	5/3		20		30
	2.HS								
4.Sem	1.HS 2.HS							30	30

Anlage 3 : Modulbeschreibungen

<b>Modul P20: Fortgeschrittene Experimentalphysik</b>			Studienpunkte: 15
<p>Lern- und Qualifikationsziele:                  Dieses Modul vertieft die Kenntnisse der Studierenden auf den Gebieten der Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik und Optik. Es vermittelt neueste Erkenntnisse aus den entsprechenden Gebieten sowie die Grundlagen von deren modernen experimentellen Methoden. Die Studierenden sollen diese Kenntnisse zur Lösung der typischen Problemstellungen aus den Teilgebieten anwenden, die entsprechenden Experimente vorschlagen und (im Prinzip) durchführen können.</p> <p>Es sind drei der vier Teilmodule zu belegen. Das vierte Teilmodul kann als Teilleistung als Wahlpflichtmodul in P22 angerechnet werden.</p>			
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:                  Experimentelle Module des Bachelor-Programms einschließlich Struktur der Materie, Elektrizität und Magnetismus, Grundlagen der Quantenphysik</p>			
<p>Anmeldevoraussetzungen: keine</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<p><b>Atom- und Molekülphysik</b>                  Vorlesung mit Übung</p>	<p>2 + 1                   (4 + 2 über ein Halbssemester)</p>	<p>5                   regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben</p>	<p>Detaillierte Struktur des H-Atoms (relativistische Beschreibung, Hyperfeinstruktur, Lamb-Shift, höchstauflösende Spektroskopie) und von Mehrelektronen-Systemen;                  Detaillierte Struktur von Molekülen (Konformationen, Rotationen und Schwingungen, elektronische molekulare Anregungen und Dynamik);                  Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Atomen und Molekülen;                  (Atomphysikalische Anwendungen (Fallen für Ionen und Atome, Laserkühlen, Bose-Einstein-Kondensation, Zeit- und Frequenz-Standards, Messung optischer Frequenzen, grundlegende Untersuchungen zur Quantenmechanik)</p>
<p><b>Festkörperphysik</b>                  Vorlesung mit Übung</p>	<p>2 + 1                   (4 + 2 über ein Halbssemester)</p>	<p>5                   regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben</p>	<p>Gitterdynamik (Phononen),                  Elektronen im periodischen Potential (elektronische Bandstruktur),                  Metalle (Fermi-Flächen),                  Transport von Ladungsträgern in Bändern,                  Halbleiter, Supraleitung, Magnetismus</p>
<p><b>Kern- und Elementarteilchenphysik</b>                  Vorlesung mit Übung</p>	<p>2 + 1                   (4 + 2 über ein Halbssemester)</p>	<p>5                   regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben</p>	<p>Kernmodelle: Fermigas-Modell, Einteilchen-Schalenmodell,                  Gamma-Spektroskopie von Atomkernen, Beta-Zerfall, Paritätsverletzung, Helizität des Neutrinos, Quarkonium-Spektroskopie schwerer Quarks;                  Elektromagnetische, starke und schwache Wechselwirkung (Vertiefung),                  Grundlegende Ansätze des Standardmodells der Elementarteilchenphysik,                  Grundlagen der Kosmologie</p>
<p><b>Optik</b>                  Vorlesung mit Übung</p>	<p>2 + 1                  (4+2 über ein Halbssemester)</p>	<p>5                   regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben</p>	<p>Quantisierung des Lichtes,                  Wechselwirkung von Licht und Materie,                  Laser, Grundzüge der nichtlinearen Optik,                  Grundlagen der Spektroskopie,                  Aktuelle Trends und Anwendungen (z.B. Photonische Kristalle, Ultrakurzzeitphysik, Opt. Metrologie, u.a.)</p>

Modulabschlussprüfung	Jedes Teilmodul wird mit einer Klausur geprüft, die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Teilprüfungen (s. a. § 5 (4))
Dauer des Moduls	Maximal 2 Semester, jedes Teilmodul wird jeweils über ein Halbsemester angeboten
Häufigkeit	Die Teilmodule werden in der Regel jeweils einmal jährlich angeboten

<b>Modul P21: Fortgeschrittene Theoretische Physik</b>			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: In diesem Modul sollen die Studierenden ihre Kenntnisse in theoretischer Physik aus den Teilbereichen Quantentheorie und statistische Physik vertiefen sowie ein zusätzliches modernes Gebiet der theoretischen Physik kennenlernen. Ziel ist das Verstehen der theoretischen Zusammenhänge, die Beherrschung des entsprechenden mathematischen Apparates und seine selbständige Anwendung zur Lösung der für die Teilgebiete charakteristischen theoretischen Problemstellungen.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Theoretische Physik des Bachelor-Programms einschließlich der Grundlagen der Quantentheorie und Statistischen Physik			
Anmeldevoraussetzungen: keine			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Quantentheorie</b> Vorlesung mit Übung	2 + 1 (4+2 über ein Halbsemester)	5  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Mehrteilchensysteme (Moleküle, Festkörper, Austauschwechselwirkung), zweite Quantisierung, Streutheorie, Relativistische Quantentheorie, Aktuelle Fragen u. Methoden der Quantentheorie (Pfadintegral, Quanten-Computing)
<b>Statistische Physik</b> Vorlesung mit Übung	2 + 1 (4+2 über ein Halbsemester)	5  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Systeme wechselwirkender Teilchen, Statistische Modellsysteme (Van der Waals, Ising, u.a.), Phasenübergänge und Kritische Phänomene, Irreversible Thermodynamik
Modulabschlussprüfung	Eine mündliche Prüfung zum Stoff des gesamten Moduls (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	1 Semester, jedes Teilmodul wird jeweils über ein Halbsemester angeboten		
Häufigkeit	Die Teilmodule werden in der Regel jeweils einmal jährlich angeboten		

<b>Wahlpflichtmodule (P22)</b>
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 und P22.3 bzw. eine Auswahl der innerhalb der Spezialisierungsfächer P23 aufgeführten Angebote. Es kann auch das 4. (in P20 nicht belegte) Teilmodul von P20 angerechnet werden.

<b>Modul P22.1: Wissenschaftliches Rechnen</b>			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 Computational Physics I auf dem Niveau von Modul P5 (Rechneranwendung in der Physik) im Bachelorstudium, Physik-Inhalte des Bachelorstudiums			
Struktur des Moduls: Dieses Modul kann sowohl von Studierenden als Wahlpflichtmodul gewählt werden, als auch optional als Teilmodul in Schwerpunktbereichen.			
Anmeldevoraussetzungen: keine			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Computational Physics II</b> Vorlesung mit Übung	2 + 4	10 SP  Regelmäßige Teilnahme an den Übungen und an den Vor- u. Nachbesprechungen der ausgegebenen Programmier- und Simulationsprojekte und deren eigenständige Durchführung und Protokollierung.	Quantenmechanik, Diffusion, Chaos, Perkolations, 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. (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	1 Semester		
Häufigkeit	Jährlich einmal im Wintersemester		

<b>Modul P22.2: Fortgeschrittene Elektrodynamik</b>			Studienpunkte: 5
<p>Lern- und Qualifikationsziele:                  Es soll ein vertieftes Verständnis der Theoretischen Elektrodynamik, insbesondere unter Berücksichtigung der relativistisch kovarianten Formulierung erreicht werden. Die erarbeiteten Formalismen zur Beschreibung der Dynamik von Feldern und geladener Teilchen vermitteln dabei auch wesentliche Voraussetzungen für das tiefere Verständnis von Feldern, wie es z. B. für die Optik oder Elementarteilchenphysik von Bedeutung ist.</p>			
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:                  Kenntnisse der Elektrodynamik auf dem Niveau von Modul P2a des Bachelorstudiums.</p>			
<p>Struktur des Moduls:                  Dieses Modul kann von Studierenden als Wahlpflichtmodul gewählt werden.</p>			
<p>Anmeldevoraussetzungen: keine</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Fortgeschrittene Elektrodynamik</b> Vorlesung mit Übung	2 + 1	5  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Spezielle Relativitätstheorie und Vierervektoren, kovariante Formulierung der Elektrodynamik, Lagrangesche und Hamiltonsche Beschreibung von Feldern und Teilchen in Feldern, Erzeugung elektromagnetischer Strahlung (Synchrotron-, Brems- und Cherenkov-Strahlung), Propagation und Wechselwirkung von Strahlung, Quantenaspekte in der Elektrodynamik, Selbstenergien
Modulabschlussprüfung		Klausur oder mündliche Prüfung (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Häufigkeit		Jährlich	

<b>Modul P22.3: Ausgewählte Kapitel der Theoretischen Physik</b>			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: Keine			
Struktur des Moduls: Dieses Modul kann von Studierenden als Wahlpflichtmodul gewählt werden.			
Anmeldevoraussetzungen: keine			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Ausgew. Kapitel der Theoretischen Physik</b> Vorlesung mit Übung	2 +1	5 regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Vorlesung zu jährlich wechselnden Themenbereichen, zum Beispiel: - Allgemeine Relativitätstheorie - Nichtlineare Dynamik, Chaos, Turbulenz - Quantenfeldtheorie - Methode der Greenschen Funktionen
Modulabschlussprüfung		Klausur oder mündliche Prüfung (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Häufigkeit		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.

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

Modul P23.1.1: Grundlagen der Elementarteilchenphysik			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Exp. Elementarteilchenphysik</b> Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	W- und Z-Bosonen und deren Kopplungen, Gluonen und Tests der QCD, Physik der Tau-Leptonen, Higgs-Physik, Schwere Quarks, Quark-Mischungen und CP-Verletzung, Neutrino-Physik, aktuelle Entwicklungen
<b>oder</b>			<b>oder</b>
<b>Astro-Teilchenphysik</b> Vorlesung mit Übung			Grundlagen der Astrophysik, Nicht-thermisches Universum, Grundlagen der Magnetohydrodynamik, Supernovae, Neutronensterne, Pulsare, Schwarze Löcher, Entstehung und Transport kosmischer Strahlung, Nachweis hochenergetischer kosmischer Hadronen, Photonen und Neutrinos
<b>Theoretische Einführung in das Standardmodell</b> Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Symmetrien und Lie-Gruppen, Quarks, Eichfelder, spontane Symmetrie-Brechung, Higgs-Effekt, elektroschwache Theorie, Quantenchromodynamik, Feynman-Diagramme
Modulabschlussprüfung		Eine Klausur oder mündliche Prüfung zur Theoretischen Einführung in das Standardmodell (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Häufigkeit		jährlich einmal	

<b>Modul P23.1.2a (Theoretische Spezialisierung): Theoretische Elementarteilchenphysik</b>			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Einführung in die Quantenfeldtheorie</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	Kanonische Quantisierung freier und wechselwirkender Felder, Feynman-Regeln, Quantenelektrodynamik
<b>Erweiterungen des Standardmodels</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	Große Vereinheitlichung, Supersymmetrie und Supergravitation, Superstrings, Quantengravitation.
<b>oder</b>			<b>oder</b>
<b>Aktuelle Probleme der Theorie der Elementarteilchen</b>  Vorlesung mit Übung			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.
<b>oder</b>			<b>oder</b>
<b>Quantenfeldtheorie II</b>  Vorlesung mit Übung			Renormierung, Pfadintegrale, Quantisierung nicht-abelscher Eichtheorien
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Häufigkeit		jährlich einmal	

<b>Modul P23.1.2b (Experimentelle Spezialisierung): Experimentelle Elementarteilchenphysik</b>			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Detektoren</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Szintillationszähler und Photon-Detektoren, Spurkammern, Halbleiterdetektoren, Cherenkovdetektoren, elektromagnetische und hadronische Kalorimeter
<b>oder</b>			<b>oder</b>
<b>Beschleunigerphysik</b>  Vorlesung mit Übung			Beschleunigertypen, Synchrotronstrahlung, Transversale Strahldynamik und Strahlstabilität, Hochfrequenzsysteme zur Teilchenbeschleunigung, Longitudinale Strahldynamik und Strahlstabilität
<b>Aktuelle Probleme der experimentellen Teilchen- oder Astroteilchenphysik</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	Variierende Themenbereiche
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	1 Semester		
Häufigkeit	jährlich einmal		

**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.

<i>Module</i>	<i>SP</i>	<i>Inhalt</i>
P23.2.1	10	<b>Grundlagen der Festkörperphysik</b>
P23.2.2	10	<b>Spezialisierung in der Festkörperphysik</b>

<b>Modul P23.2.1: Grundlagen der Festkörperphysik</b>			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Einführung in die Festkörpertheorie</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Festkörper als Vielteilchensystem, Modellvorstellungen, elektronische Korrelationen, Austauschwechselwirkungen, Elementaranregungen und das Quasiteilchen-Konzept, Phasenübergänge
<b>Physik der Halbleiter-Bauelemente</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Dotierung, Ladungsträger-Statistik und Transport, Heterostrukturen, p/n-Übergang, Dioden, LEDs, Laser, Transistoren, Metall-Halbleiter-Kontakte, Feldeffekt-Transistoren, Noise, Photodetektoren
<b>oder</b>			<b>oder</b>
<b>Grundlagen der Kristallographie und Kristalldefekte</b>  Vorlesung mit Übung			Symmetriellehre, Punktgruppen, Raumgruppen, Symmetrie und physikal. Eigenschaften, Tensorphysik, Realstruktur, Punkt-, Linien-, Flächen- und dreidim. Defekte, Nachweismethoden
<b>oder</b>			<b>oder</b>
<b>Einführung in die Oberflächenphysik</b>  Vorlesung mit Übung			UHV-Technik, Methodik zur chemischen Zusammensetzung, zur geometrischen Struktur und zur elektronischen Struktur, Wechselwirkungen von Teilchen mit Oberflächen, Anwendungen in der Materialforschung
<b>oder</b>			<b>oder</b>
<b>Einführung in die Supraleitung</b>  Vorlesung mit Übung			Eigenschaften, Materialien, Experimente, phänomenologische Theorie, BCS-Theorie, Hochtemperatur-Supraleitung, aktuelle Anwendungen
Modulabschlussprüfung	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung zu einer der Lehrveranstaltungen (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	1 Semester		
Häufigkeit	jährlich einmal		

Modul P23.2.2: Spezialisierung in der Festkörperphysik			Studienpunkte: 10
<p>Es sind für die jeweilige Spezialisierung die Veranstaltungen frei wählbar, wobei <b>2 Veranstaltungen zu belegen sind</b>. 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	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<p><b>Quantentheorie des Magnetismus</b></p> <p>Vorlesung mit Übung</p>	2 + 1	<p>5 SP</p> <p>regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags</p>	<p>Modelle des Magnetismus (Heisenberg, Hubbard, Kondo-Gitter), Ferro-, Ferri-, Antiferromagnetismus, Spinwellen und Magnonen, Suszeptibilität, magnetischer Phasenübergang, Spintronik.</p>
<p><b>Neue Richtungen der Elektronik und Optoelektronik sowie bei Bauelementen</b></p> <p>Vorlesung mit Übung</p>	2 + 1	<p>5 SP</p> <p>regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags</p>	<p>Themen werden zum Beginn eines jeden Semesters festgelegt</p>
<p><b>Einführung in die Elektronenmikroskopie</b></p> <p>Vorlesung mit Übung</p>	2 + 1	<p>5 SP</p> <p>regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags</p>	<p>Grundlagen d. Elektronenoptik, Aufbau u. Wirkungsweise eines Transmissionselektronenmikroskops, Methoden z. Abbildung, Beugung u. Spektroskopie, Anwendungen</p>
<p><b>Aktuelle Probleme der Oberflächenphysik und Physik der dünnen Schichten</b></p> <p>Vorlesung mit Übung</p>	2 + 1	<p>5 SP</p> <p>regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags</p>	<p>Themen werden zum Beginn eines jeden Semesters festgelegt.</p>
<p><b>Experimentieren mit Synchrotronstrahlung</b></p> <p>Vorlesung mit Übung</p>	2 + 1	<p>5 SP</p> <p>regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags</p>	<p>Speicherung von relativistischen Teilchen, Erzeugung von Synchrotronstrahlung, Monochromatoren, Wechselwirkung mit Materie, Spektroskopie, neueste Entwicklungen.</p>

<b>Aktuelle Probleme der Festkörperphysik</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	Themen werden zum Beginn eines jeden Semesters festgelegt.
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung zu einer der Lehrveranstaltungen (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Häufigkeit		jährlich einmal	

<b>Module im Spezialisierungsfach Makromoleküle und Komplexe Systeme (P23.3)</b>		
<p>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.</p> <p>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.</p>		
<p>Struktur des Spezialisierungsfachs :</p> <p>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.</p> <p>Danach erfolgt eine Spezialisierung entsprechend Modul P23.3.2a oder P23.3.2b.</p> <p>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.</p>		
<i>Module</i>	<i>SP</i>	<i>Inhalt</i>
P23.3.1	10	<b>Grundlagenvorlesung zur Physik der Makromoleküle und Komplexer Systeme</b>
P23.3.2a	10	<b>Statistische Physik und Nichtlineare Dynamik</b>
<b>oder</b>		
P23.3.2b	10	<b>Spezialisierung in Makromolekül- und Biophysik</b>

<b>Modul P23.3.1: Grundlagen der Makromolekülphysik und Komplexer Systeme</b>			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Einführung in die Physik von Makromolekülen und komplexer Systeme</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	4 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsprojekten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- makromolekulare biologische Maschinen</li> <li>- Biomimetische Systeme</li> <li>- Biosynthese</li> <li>- Selbstorganisation</li> <li>- Moleküle und Systeme fernab vom Gleichgewicht</li> </ul>
<b>und</b>			
<b>Physikalische Kinetik</b>  Vorlesung mit Übung	2+ 2	6 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Fluktuationen, Lineare Relaxationsprozesse, Fluktuations-Dissipationstheorem, Langevin Gleichungen, Brownsche Bewegung und Diffusion, Reaktions-Diffusions Prozesse, Random walk Modelle, Kinetische Theorie der Gase und Plasmen, Boltzmann-Gleichung und H-Theorem, Transportgleichungen.
<b>oder</b>			
<b>Einführung in die Physik von Makromolekülen II</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 2	6 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsprojekten	Polymerisationsreaktionen, Molmassenverteilungen, einzelne Makromoleküle in Lösung und an Grenzflächen, makromolekulare Nanostrukturen, Gummielastizität, Bio-Makromoleküle, Molekulare Maschinen
Modulabschlussprüfung		Klausur (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Häufigkeit		jährlich einmal	

<b>Modul P23.3.2a: Statistische Physik und Nichtlineare Dynamik</b>			Studienpunkte: 10
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.			
Struktur des Moduls P23.3.2 a: Die Veranstaltungen sind frei wählbar. <b>Insgesamt sind 2 Veranstaltungen zu belegen.</b>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Theorie ungeordneter Systeme</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen	Deterministische und zufällige fraktale Strukturen, Perkolations- und Spinsysteme mit zufälligen Kopplungen, Diffusions- und Relaxationsprozesse auf ungeordneten Gittern, Continuous Time Random Walks.
<b>oder</b>			
<b>Stochastische Systeme</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen	Rauschen in dynamischen Systemen, Bilanzgleichungen für die Verteilungsfunktionen, Berechnung von Raten, Simulation stochastischer Prozesse, nichtlineare stochastischen Oszillatoren, Stochastische Resonanz, Ratchets und resonante Aktivierung.
<b>oder</b>			
<b>Dynamische Systeme</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen	Dissipative und Hamiltonsche Systeme, lokale und globale Bifurkationen, Einfluss von Symmetrien und Übergänge zum Chaos, Chaotische Attraktoren und fraktale Eigenschaften, Einführung in die KAM Theorie.
<b>oder</b>			
<b>Strukturbildung fernab vom Gleichgewicht</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen	Nichtlineare Wellen, Frontausbreitung, Pulse und Spiralen, Keimbildung, Hydrodynamische Instabilitäten, Nichtlineare Populationsdynamik, Aktive Brownsche Teilchen.
<b>oder</b>			
<b>Quantenchaos</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen	Diskrete Hamiltonsche Systeme, quantisierte Abbildungen, chaotische Quantenbillards, Quantisierung gekoppelter nichtlinearer Oszillatoren, Chaos, spektrale Signaturen von Chaos, Theorie von Zufallsmatrizen, Spin – Boson Modell
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung zu einer der Lehrveranstaltungen (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	2 Semester		
Häufigkeit	jährlich einmal mit Ausnahme der Vorlesungen Stochastische Systeme, Dynamische Systeme, Strukturbildung fernab vom Gleichgewicht und Quantenchaos, von denen jeweils 2 im jährlichen Wechsel angeboten werden		

<b>Modul P23.3.2b: Spezialisierung in Makromolekül- und Biophysik</b>			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Grundlegende Konzepte und Methoden der Physik von Makromolekülen, sowie ihrer Anwendungen in der Materialforschung und der Biophysik.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Kenntnisse der Atom- und Molekülphysik auf dem Niveau von Modul P10a im Bachelorstudium			
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.			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Einführung in die molekulare Photobiophysik</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 2	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsprojekten	Photophysikalische Grundlagen, Methoden moderner optischer Spektroskopie, nichtlineare photophysikalische Prozesse, Energietransfer-Prozesse, photoinduzierter Elektronentransfer
<b>und</b>			
<b>Praktikum zur Makromolekül- und Biophysik</b>	4	5 SP  regelmäßige Teilnahme	Kraftmikroskopie, Kalorimetrie, Molekulardynamik-Simulationen, FT-Infrarot-Spektroskopie, Fluoreszenzabklingzeiten, Laser Flash Photolyse, Transiente Absorption im ps-Bereich
<b>oder</b>			
<b>Theoretische Polymerphysik</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsprojekten	Statistische Physik idealer Ketten, Selbstvermeidende Ketten, Polymerschmelzen und Polymerlösungen, polymere Netzwerke, Dynamik von Einzelketten in Lösung, Dynamik in Systemen vieler Ketten
<b>oder</b>			
<b>Theorie von Transportprozessen in molekularen Nanostrukturen</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsprojekten	Grundlagen der Quantendynamik in molekularen Systemen, Wechselwirkung mit Femtosekunden-Laserpulsen, Ratentheorie des Elektronen-Transfers, Dichtematrixbeschreibung von Anregungsenergie-Transfer
<b>oder</b>			
<b>Physik biologischer Materialien</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsprojekten	Strukturhierarchien, physikalische Wechselwirkungen im biologischen Milieu, Zellmembranen, natürliche Fasern, Virenhüllen, Mikrotubuli, Hornhaut, Muskel, Holz, Knochen und Sehnen, biomimetische Materialien

<b>oder</b>			
<b>Spezialvorlesung zu wechselnden Themen</b>  Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsprojekten	Aktuelle Themen aus der Makromolekül- und Biophysik;  Themen werden zum Beginn eines jeden Semesters festgelegt.
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung zu einer der Lehrveranstaltungen (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		2 Semester	
Häufigkeit		jährlich einmal	

<b>Module im Spezialisierungsfach Optik/Photonik (P23.4)</b>		
<p>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.</p> <p>Lern- und Qualifikationsziele: Erwerb umfassender Kenntnisse der Modernen Optik, d.h. der aktuellen Forschungsgebiete, der Methodiken und Techniken sowie der offenen wissenschaftlichen Fragestellungen; Entwicklung der Fähigkeit, die erworbenen Kenntnisse praktisch in der Forschung anzuwenden und anderen im Vortrag zu vermitteln.</p> <p>Überblick über aktuelle Literatur und Fähigkeit zur eigenständigen Recherche.</p>		
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Kenntnisse der Elektrodynamik und Optik auf dem Niveau der Module P1b und P2a/b des Bachelorstudiums.</p>		
<p>Struktur des Spezialisierungsfachs: Das Spezialisierungsfach umfasst das Basismodul P23.4.1 im Umfang von zwei Lehrveranstaltungen, für das zwei Lehrveranstaltungen aus dem Basisfachkatalog von insgesamt vier Lehrveranstaltungen frei ausgewählt werden, und das Spezialisierungsmodul P23.4.2. Zum Spezialisierungsmodul gehören das Seminar Optik/Photonik und eine weitere Spezialvorlesung oder ein Optik-Praktikum/ Theoretikum.</p>		
<i>Module</i>	<i>SP</i>	<i>Inhalt</i>
P23.4.1	10	<b>Optik-Basismodul</b>
P23.4.2	10	<b>Optik-Spezialisierungsmodul</b>

<b>Modul P23.4.1: Optik-Basismodul</b>			Studienpunkte: 10
Struktur der Moduls: Es sind 2 der angegebenen einsemestrigen Veranstaltungen mit jeweils 5 SP zu wählen.			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Laser-spektroskopie</b>  Vorlesung mit Übung	3 + 1	5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Klassische Verfahren der Spektroskopie, Wechselwirkung von Atomen und Molekülen mit Licht, optische Blochgleichungen, grundlegende Methoden der Laserspektroskopie, ultraschnelle Spektroskopie, ausgewählte Anwendungen (z.B., Laserkühlen, Materiewellenoptik, Opt. Eigenschaften von Festkörpern und Nano-Strukturen, Laserspektroskopie an biologischen Systemen, u.a.)
<b>oder</b>			
<b>Nichtlineare Optik</b>  Vorlesung mit Übung		5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Optische Suzeptibilität, Wellengleichung für d. nicht-lineare Wechselwirkung, quantenmechanische Theorie und Zwei-Niveau-Näherung der nichtlinearen Optik, Suszeptibilität, Intensitätsabhängige Effekte, Brillouin- und Ramanprozesse, Elektrooptische Effekte, ultrakurze Pulse
<b>oder</b>			
<b>Quantenoptik</b>  Vorlesung mit Übung		5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Quantisierung des elektromagnetischen Feldes, Kohärenz, Darstellung des elektromagn. Feldes, Photonenpaare und Verschränkung, Nicht-klassisches Licht, quantisierte Wechselwirkung von Licht mit Materie, System-Reservoir-Wechselwirkungen, Resonator-Quantenelektrodynamik, Elemente der Quanteninformation, Elemente der Atomoptik
<b>oder</b>			
<b>Ange-wandte Photonik</b>  Vorlesung mit Übung		5 SP  regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Optische Kommunikation, integrierte Optik, Faseroptik, Lichtquellen für die Informationsverarbeitung, Signalverarbeitung, Optoelektronik, Optische Detektoren, Moderne Konzepte der Informationsverarbeitung
Modulabschlussprüfung	Je eine Klausur zu den <b>2</b> gewählten Lehrveranstaltungen, die Modulnote ist das arithmetische Mittel der Klausurnoten (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	2 Semester		
Häufigkeit	jährlich		

<b>Modul P23.4.2: Optik-Spezialisierungsmodul</b>			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
<b>Seminar Optik/ Photonik</b> Seminar	2	5 SP regelmäßige Teilnahme und Halten eines Vortrages	Themen aus aktuellen Publikationen der Optik und der Photonik
<b>und</b>			
<b>Spezialvorlesung</b> Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP regelmäßige Teilnahme Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben	Semesterweise wechselnde Themenbereiche der Optik, z.B.: Ultrakurzzeitphysik, Nano-Optik u. Moderne Mikroskopie, Quanteninformation, Laserkühlen, Halbleiter-Laser, Numerische Behandlung der Licht-Materie-Wechselwirkung, Theoretische Optik
<b>oder</b>			
<b>Optik Praktikum</b> Praktikum	3	5 SP eigenständige Bearbeitung eines praktischen Themengebietes	Experimentelle Methoden der Optik
<b>oder</b>			
<b>Optik Theoretikum</b> Theoretikum	3	5 SP eigenständige Bearbeitung eines theoretischen Themengebietes	Theoretische Methoden der Optik
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung <b>oder</b> Klausur <b>oder</b> schriftl. Praktikums/Theoretikums-Bericht (maximal 10 Seiten) (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	2 Semester		
Häufigkeit	jährlich einmal		

<b>Modul P24: Forschungspraktikum</b>		Studienpunkte: 5	
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.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: keine			
Struktur des Moduls: Mitarbeit in einer wissenschaftlichen Gruppe			
Anmeldevoraussetzungen: keine			
Lehrveranstaltungen	SWS	SP und Beschreibung der Arbeitsleistung, auf deren Grundlage die SP vergeben werden	Themenbereiche
<b>Forschungsseminar der Arbeitsgruppe</b>  Seminar	2	2 SP  regelmäßige Teilnahme am Forschungsseminar	aktuelle Forschungsthemen der Arbeitsgruppe
<b>und</b>			
<b>Praktikum</b>		3 SP  Erarbeitung eines eigenen Vortrages oder Berichts (max. 10 Seiten) im Rahmen der Bearbeitung eines Forschungsthemas in der Arbeitsgruppe	aktuelle Forschungsthemen der Arbeitsgruppe
Modulabschlussprüfung	Unbenoteter Bericht (maximal 10 Seiten) oder Seminarvortrag zu einem vorgegebenen Thema im Forschungsseminar der Arbeitsgruppe (s. a. § 5 (4))		
Dauer des Moduls	1 Semester		
Häufigkeit	Jedes Semester		

<b>Modul P25: Forschungsbeleg</b>		Studienpunkte: 20	
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 sowie das erfolgreiche Bestehen des Moduls P20 voraus.			
Lehrveranstaltungen	SWS	SP und Beschreibung der Arbeitsleistung, auf deren Grundlage die SP vergeben werden	Themenbereiche
<b>Forschungsseminar der Arbeitsgruppe</b>  Seminar	2	2 SP  regelmäßige Teilnahme am Forschungsseminar	aktuelle Forschungsthemen der Arbeitsgruppe
<b>Praktikum</b>		18 SP 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, vorzugsweise zum Stand der Forschung bzgl. des Themas der Masterarbeit im Forschungsseminar der Arbeitsgruppe		
Dauer des Moduls	1 Semester		
Häufigkeit	Jedes Semester		

# Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik

Gemäß § 17 Abs. 1 Ziffer 1 der Verfassung der Humboldt-Universität zu Berlin (Amtliches Mitteilungsblatt der HU Nr. 28/2006) hat der Fakultätsrat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I am 19. Dezember 2007 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 Studienabschluss, 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 Abschlussnote
- § 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 Mitarbeiterin/Mitarbeiter und zwei Studierenden. Die Hochschullehrerinnen und -lehrer müssen die Mehrheit der Stimmen haben. Der Ausschuss wählt aus der Gruppe der Hochschullehrenden die/den Vorsitzende/n und eine/einen Stellvertreterin/Stellvertreter.

(3) Der Prüfungsausschuss

- bestellt die Prüferinnen/Prüfer,
- achtet darauf, dass die Prüfungsbestimmungen eingehalten werden; Mitglieder haben das Recht, bei der Abnahme der Prüfungen 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 die/den Vorsitzende/n 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

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 selbständiger Lehre berechtigt sind. Die Lehrenden legen fest, in welcher Form eine Prüfung abgelegt wird; die Form der Modulabschlussprüfung kann vom Fakultätsrat festgelegt werden. Die Masterarbeit wird von Hochschullehrerinnen oder -lehrern oder von habilitierten wissenschaftlichen Mitarbeitenden betreut und bewertet.

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

(1) In einem Masterstudiengang müssen insgesamt 120 Studienpunkte (SP) erworben werden. 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 Stu-

\* Die Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung hat die Prüfungsordnung am 18. Juni 2008 befristet bis zum 30. September 2010 bestätigt.

dienordnung und den im Anhang ausgewiesenen Modulabschlussprüfungen. Die dort genannten Module werden grundsätzlich mit einer Modulabschlussprüfung (MAP) abgeschlossen, die sich aus jeweils zu bestehenden Teilprüfungen zusammensetzen kann. Studienpunkte werden erst dann endgültig vergeben, wenn alle Nachweise erbracht und die MAP bestanden worden ist. Dies gilt auch für Leistungen, die an anderen Hochschulen erbracht worden sind.

(3) Der Masterstudiengang wird in einer Regelstudienzeit von vier Semestern abgeschlossen.

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

(5) Gleichwertige Leistungen, die während eines Studienaufenthalts im Ausland auf der Grundlage eines vom Prüfungsausschuss bestätigten „Learning Agreements“ erbracht worden sind, werden anerkannt. Die Entscheidung darüber trifft der Prüfungsausschuss.

## § 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 bzw. bei Teilprüfungen für die Bestandteile des Moduls in der Studienordnung ausgewiesene Arbeitsbelastung der Studierenden nicht erhöht.

(2) In mündlichen Prüfungen weisen Studierende nach, dass sie die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes kennen, unterschiedliche Themen analysieren und in diese Zusammenhänge einordnen sowie selbstständig Fragestellungen entwickeln können. Mündliche Prüfungen dauern in der Regel 45-60 Minuten; sie verlängern sich, wenn mehrere Studierende gemeinsam geprüft werden. Sie werden vom Beisitzer/ von der Beisitzerin 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.

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

## § 6 Studienabschluss, Masterarbeit und Kolloquium

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

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

(3) In der Masterarbeit weisen Studierende nach, dass sie ein Thema aus dem Fachgebiet selbstständig wissenschaftlich bearbeiten können. Sie ist innerhalb von 6 Monaten in deutscher oder englischer Sprache zu erstellen. Das Thema ist spätestens innerhalb von vier Wochen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls P25 (Forschungsbeleg) beim Prüfungsausschuss anzumelden. Die Masterarbeit soll in der Regel einen Umfang 60 Seiten Text nicht überschreiten und ist mit einer unterschriebenen Erklärung zur eigenständigen Anfertigung der Arbeit und zur erstmaligen Einreichung einer Masterarbeit in diesem Studienggebiet in dreifacher Ausfertigung und grundsätzlich auch in elektronischer Form beim Prüfungsausschuss einzureichen.

(4) 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.

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

(6) Studierende müssen ihre Masterarbeit in einem Kolloquium in Anwesenheit der Prüfenden präsentieren. Die dem Kolloquiumsvortrag des Kandidaten folgende Befragung zur Masterarbeit ist auf 30 Minuten Dauer begrenzt. 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. Sofern die Lehrveranstaltung auf Englisch gelesen wird, kann auch die Prüfung in englischer Sprache stattfinden. 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. Der /die zu prüfende Studierende kann für die zweite Wiederholungsprüfung eine Prüferin / einen 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, auf Wunsch 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 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 verlängerte Bearbeitungszeiten, Nutzung anderer Medien, Prüfung in einem bestimmten Raum oder ein anderer Prüfungszeitpunkt.

Die Inanspruchnahme der Schutzfristen nach dem Mutterschutzgesetz bzw. Bundeserziehungsgeldgesetz gilt entsprechend.

## §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 triftige Gründe vorliegen. 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; schon 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 Wochentagen auf der Grundlage eines begründeten Antrags vom Ausschuss 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 Abschlussnote

(1) Die Gesamtnote für den erfolgreichen Abschluss eines Masterstudiengangs setzt sich aus den Noten aller Modulabschlussprüfungen und der Note der Masterarbeit, gewichtet nach den jeweils zu erbringenden Studienpunkten, zusammen.

(2) 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.

(2) Nach der Bildung der Gesamtnote wird vom Prüfungsamt ein Zeugnis in deutscher und in englischer Sprache ausgestellt. In diesem werden ausgewiesen:

- die studierten Module,
- die jeweils erbrachten Studienpunkte,
- die Noten für die Module,
- das Thema der Masterarbeit und ihre Benotung sowie die Gesamtnote.

(3) Im Zeugnis wird das Datum des Tages ausgewiesen, an dem die letzte Prüfung erbracht worden ist. Es ist von der Dekanin/ dem Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I sowie von der Vorsitzenden/ dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterschreiben und mit dem Siegel der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I zu versehen.

(4) Als Zusatz zum Zeugnis gibt das „Diploma Supplement“ in standardisierter englischsprachiger Form ergänzende Informationen über Studieninhalte, Studienverlauf, die mit dem Abschluss erworbenen akademischen und beruflichen Qualifikationen und über die verleihende Hochschule entsprechend der Anforderungen der EU.

(5) Aufgrund des erfolgreichen Abschlusses des Masterstudiengangs im Fach Physik wird der Akademische Grad „Master of Science (M. Sc.)“ durch die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät I verliehen.

(6) Mit der Verleihung dieses Akademischen Grades wird eine Urkunde mit dem Datum der Ausstellung des Zeugnisses ausgehändigt. Die Urkunde ist in deutscher und englischer Sprache ausgestellt und trägt die Unterschrift der Dekanin/ des Dekans der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I sowie die der Vorsitzenden/ des Vorsitzenden des Prüfungsausschusses und das Siegel der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I.

### **§ 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 haben.

### **§ 15 Einsicht in die Prüfungsakten**

Nach Abschluss der jeweiligen MAP 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.

### **§ 16 In-Kraft-Treten**

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

Anlage 1: Übersicht über Modulabschlussprüfungen im Fach Physik

Modul	SP des Moduls	Form und Umfang des Modulabschlusses
Pflichtmodule		
<b>P20 Fortgeschr. Exp.-physik</b>	15	drei Klausuren
<b>P21 Fortgeschr. Theor. Physik</b>	10	<b>mdl. Prüfung</b>
<p><b><u>Module im Spezialisierungsfach [P23]:</u></b></p> <p>[P23.1] : Elementarteilchenphysik                      P23.1.1 Grundlagen der Elementarteilchenphysik                      P23.1.2 Theoretische oder Experimentelle Elementarteilchenphysik  <i>oder</i>                      [P23.2] : Festkörperphysik                      P23.2.1 Grundlagen der Festkörperphysik                      P23.2.2 Spezialisierung Festkörperphysik  <i>oder</i>                      [P23.3] : Makromoleküle und komplexe Systeme                      P23.3.1 Grundlagen zur Physik d. Makromoleküle und komplexer Systeme                      P23.3.2 Statistische Physik u. nichtlineare Systeme <i>oder</i>                      Spezialisierung in Makromolekül- und Biophysik  <i>oder</i>                      [P23.4] : Optik/Photonik                      P23.4.1 Optik-Basismodul                      P23.4.3 Optik-Spezialisierungsmodul</p>	<p>10 10  10 10  10 10  10 10</p>	<p>mdl. Prüfung oder Klausur mdl. Prüfung  mdl. Prüfung oder Klausur mdl. Prüfung  Klausur  mdl. Prüfung  zwei Klausuren mdl. Prüfung <i>oder</i> Klausur <i>oder</i> schriftl. Bericht (max. 10 Seiten)</p>
<b>P24 Forschungspraktikum</b>	5	unbenoteter Bericht (max. 10 Seiten) <i>oder</i> Sem.-vortrag
<b>P25 Forschungsbeleg</b>	20	unbenoteter Bericht (max. 10 Seiten) <i>oder</i> Sem.-vortrag
<p><b>Wahlpflichtmodule</b>                      Aus dem Lehrangebot der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Fakultäten sind 20 SP zu erwerben, davon 10 SP außerhalb der eigenen Spezialisierung.                      Empfohlen werden die Kurse P22.1, P22.2 und P22.3</p>		
<p><b><u>Module im Wahlpflichtfach [P22]</u></b></p> <p>P22.1 Wissenschaftliches Rechnen                      P22.2 Fortgeschrittene Elektrodynamik                      P22.3 Ausgewählte Kapitel der Theoretischen Physik</p>	<p>20  10 5 5</p>	<p>Je nach gewähltem Modul  Mittel aus benoteten Einzelaufgaben Klausur oder mündl. Prüfung Klausur oder mündl. Prüfung</p>