



## **AMTLICHE MITTEILUNGEN**

Verkündungsblatt der Bergischen Universität Wuppertal  
Herausgegeben vom Rektor

**NR\_36** JAHRGANG 42  
15. April 2013

**Prüfungsordnung für den  
Master-Studiengang Physik  
an der Bergischen Universität Wuppertal  
vom 15.04.2013**

Auf Grund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) vom 31.10.2006 (GV. NRW. S. 474), zuletzt geändert durch Gesetz vom 18.12.2012 (GV. NW. S.672), hat die Bergische Universität Wuppertal die folgende Prüfungsordnung erlassen.

### **Inhaltsübersicht**

#### **I. Allgemeines**

- § 1 Ziele des Studiums und Zweck der Prüfungen, Zugangsvoraussetzungen
- § 2 Abschlussgrad
- § 3 Regelstudienzeit und Studienumfang
- § 4 Prüfungen und Prüfungsfristen
- § 5 Prüfungsausschuss
- § 6 Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer
- § 7 Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen
- § 8 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

#### **II. Master-Prüfung**

- § 9 Zulassung
- § 10 Ziel, Umfang und Art der Master-Prüfung
- § 11 Prüfungen, Nachweise und Leistungspunkte
- § 12 Prüfungsformen
- § 13 Erfassung und Anrechnung von Leistungspunkten
- § 14 Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium
- § 15 Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten und Bestehen der Master-Prüfung
- § 16 Zusatzleistungen
- § 17 Zeugnis
- § 18 Master-Urkunde

#### **III. Schlussbestimmungen**

- § 19 Ungültigkeit der Master-Prüfung, Aberkennung des Master-Grades
  - § 20 Einsicht in die Prüfungsakten
  - § 21 Übergangsbestimmungen
  - § 22 In-Kraft-Treten und Veröffentlichung
- Anhang: Modulbeschreibung

## I. Allgemeines

### § 1

#### Ziele des Studium und Zweck der Prüfungen, Zugangsvoraussetzungen

- (1) Die Master-Prüfung bildet den berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums im Master-Studiengang Physik. Durch die Master-Prüfung soll festgestellt werden, ob die Kandidatinnen und Kandidaten die für den Übergang in die Berufspraxis notwendigen vertieften wissenschaftlichen Fachkenntnisse erworben haben und die Fähigkeit besitzen, diese anzuwenden und Fragestellungen in die fachlichen Zusammenhänge einzuordnen und selbständig zu lösen.
- (2) Das Studium soll den Kandidatinnen und Kandidaten unter Berücksichtigung der Anforderungen und Veränderungen in der Berufswelt die erforderlichen fachlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden so vermitteln, dass sie zu wissenschaftlicher Arbeit, zur kritischen Einordnung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und zu verantwortlichem Handeln befähigt werden.
- (3) Die Voraussetzungen für den Zugang zum Master-Studium in Physik erfüllt, wer einen qualifizierten Bachelor-Abschluss mit der Gesamtnote 3.0 oder der ECTS-Note „C“ oder besser erworben hat.
- (4) Ein Bachelor-Abschluss gilt als qualifiziert, wenn er als Bachelor of Science im Fach Physik in einem sechssemestrigen Studiengang im Gesamtumfang von mindestens 180 ECTS Leistungspunkten an einer Universität im Geltungsbereich des Grundgesetzes erworben wurde oder wenn er einem solchen Abschluss gleichwertig ist. Die Gleichwertigkeit wird vom Prüfungsausschuss für den Master-Studiengang Physik festgestellt.
- (5) Notwendige Voraussetzung für die Gleichwertigkeit im Sinne des Absatzes 4 ist ein Gesamtumfang des Bachelor-Studiengangs von mindestens 180 ECTS Leistungspunkten (sechssemestriger Studiengang) oder äquivalent sowie im Curriculum des Studiengangs erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten, nachzuweisen durch
  - inhaltlich mit dem Modulbereich Experimentalphysik des Bachelor-Studiengangs Physik an der BUW vergleichbare Module entsprechend einem Minimum von 30 ECTS Leistungspunkten,
  - inhaltlich mit dem Modulbereich Theoretische Physik des Bachelor-Studiengangs Physik an der BUW vergleichbare Module entsprechend einem Minimum von 30 ECTS Leistungspunkten,
  - inhaltlich mit dem Modulbereich Höhere Mathematik des Bachelor-Studiengangs Physik an der BUW vergleichbare Module entsprechend einem Minimum von 30 ECTS Leistungspunkten,
  - inhaltlich mit dem Modulbereich Praktika des Bachelor-Studiengangs Physik an der BUW vergleichbare Module entsprechend einem Minimum von 25 ECTS Leistungspunkten.
- (6) Der Prüfungsausschuss entscheidet auf Grund der vorgelegten Unterlagen über die Zulassung. In begründeten Einzelfällen kann er in seiner Beurteilung um bis zu 5 Leistungspunkte von den in Absatz 5 genannten Mindestanforderungen nach unten abweichen. Das Ergebnis des Aufnahmeverfahrens wird der Bewerberin oder dem Bewerber unverzüglich schriftlich mitgeteilt. Ein ablehnender Bescheid ist zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (7) Der Prüfungsausschuss kann die Zulassung zum Master-Studium von zusätzlich zu erbringenden Leistungsnachweisen und Fachprüfungen aus dem Bachelor-Studiengang im Fach Physik abhängig machen.
- (8) Liegen die Unterlagen nach Absatz 3 aus von der Bewerberin bzw. dem Bewerber nicht zu vertretenden Gründen noch nicht vollständig vor, können Einzelnachweise erbracht werden. Der Prüfungsausschuss kann in diesem Fall eine Zulassung unter dem Vorbehalt des vollständigen Nachweises für einen Zeitraum von bis zu einem Jahr nach Aufnahme des Studiums aussprechen (§ 49 Abs. 7 Satz 4 HG).

### § 2

#### Abschlussgrad

Ist die Master-Prüfung bestanden, verleiht die Bergische Universität Wuppertal den Grad „Master of Science“, abgekürzt „M. Sc.“.

### **§ 3**

#### **Regelstudienzeit und Studiumumfang**

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt für den Master-Studiengang Physik einschließlich der Master-Arbeit vier Semester.
- (2) Für die gesamte Arbeitsbelastung des Studiums einschließlich der Präsenzzeiten, Vor- und Nachbereitungen sowie der Master-Arbeit werden insgesamt 120 Leistungspunkte (LP) vergeben, davon entfallen 30 Leistungspunkte auf die Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium.

### **§ 4**

#### **Prüfungen und Prüfungsfristen**

- (1) Die Prüfungstermine sind so festzusetzen, dass das Master-Studium einschließlich der Master-Arbeit mit Ende des vierten Studienseesters vollständig abgeschlossen sein kann.
- (2) Die Prüfungen werden in der Regel vor dem Veranstaltungsbeginn des nächsten Semesters abgenommen.
- (3) Die Anmeldung zu den Modulprüfungen (§ 11) hat spätestens vier Wochen vor dem jeweiligen Prüfungstermin zu erfolgen.

### **§ 5**

#### **Prüfungsausschuss**

- (1) Für die Organisation der Prüfungen bildet der Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften einen Prüfungsausschuss. Er besteht aus sieben Mitgliedern, von denen vier der Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer, eines der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und zwei der Gruppe der Studierenden angehören. Die bzw. der Vorsitzende, die Stellvertreterin bzw. der Stellvertreter und die weiteren Mitglieder werden vom Fachbereichsrat bestellt. Die Amtszeit der Mitglieder beträgt zwei Jahre. Wiederwahl ist zulässig.
- (2) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.
- (3) Der Prüfungsausschuss achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden und sorgt für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen. Er ist insbesondere zuständig für die Entscheidung über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen. Der Prüfungsausschuss berichtet dem Fachbereich regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, über die Entwicklung der Prüfungen und der Studienzeiten, einschließlich der tatsächlichen Bearbeitungsdauer der Master-Arbeiten sowie über die Verteilung der Fach- und Gesamtnoten. Der Bericht ist in geeigneter Weise durch die Universität offen zu legen. Der Prüfungsausschuss gibt Anregungen zur Reform der Prüfungsordnung und des Studienplanes. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden und seine Stellvertreterin bzw. seinen Stellvertreter übertragen; dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den Bericht an den Fachbereich.
- (4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben der bzw. dem Vorsitzenden oder der Stellvertreterin bzw. dem Stellvertreter und mindestens zwei weiteren Hochschullehrerinnen bzw. Hochschullehrern insgesamt mindestens ein stimmberechtigtes Mitglied anwesend ist. Er beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme der bzw. des Vorsitzenden. Die studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses wirken bei der Bewertung und Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen, bei pädagogisch-wissenschaftlichen Entscheidungen, bei der Festlegung von Prüfungsaufgaben und der Bestellung von Prüferinnen bzw. Prüfern und Beisitzerinnen bzw. Beisitzern nicht mit.
- (5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.
- (6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nicht öffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und ihre Stellvertreterinnen bzw. Stellvertreter unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.

## **§ 6**

### **Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer**

- (1) Der Prüfungsausschuss bestellt die Prüferinnen und Prüfer sowie die Beisitzerinnen und Beisitzer. Er kann die Bestellung der bzw. dem Vorsitzenden übertragen. Zur Prüferin oder zum Prüfer darf nur bestellt werden, wer mindestens die entsprechende Master- oder Diplom-Prüfung oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt und, sofern nicht wichtige Gründe eine Abweichung erfordern, in dem Fachgebiet, auf das sich die Prüfung bezieht, eine selbstständige Lehrtätigkeit ausgeübt hat. Zur Beisitzerin bzw. zum Beisitzer darf nur bestellt werden, wer mindestens die entsprechende Master- oder Diplom-Prüfung oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt hat.
- (2) Die Prüferinnen und Prüfer sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig.
- (3) Kandidatinnen und Kandidaten können für ihre Master-Arbeit oder Leistungspunkteprüfungen Prüferinnen und Prüfer vorschlagen. Auf die Vorschläge soll nach Möglichkeit Rücksicht genommen werden, sie begründen jedoch keinen Anspruch.
- (4) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sorgt dafür, dass den Kandidatinnen und Kandidaten die Namen der Prüferinnen und Prüfer rechtzeitig, mindestens zwei Wochen vor dem Termin der jeweiligen Prüfung, bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang ist ausreichend.
- (5) Für die Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer gilt § 5 Abs. 6 Sätze 2 und 3 entsprechend.

## **§ 7**

### **Anerkennung und Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen**

- (1) Leistungen, die an einer anderen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes in einem Studiengang erbracht worden sind, werden in dem gleichen Studiengang an der Hochschule von Amts wegen angerechnet. Leistungen in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschulen sowie an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien im Geltungsbereich des Grundgesetzes sind anzuerkennen, wenn keine wesentlichen Unterschiede zu den Leistungen vorliegen, die sie ersetzen würden. Die anerkannten Leistungen werden als Studien- oder Prüfungsleistungen in Modulen dieser Prüfungsordnung angerechnet; sie können auch in Form eigener Module auf den Wahlpflichtbereich des Studiengangs angerechnet werden. Dies gilt auf Antrag auch für Leistungen an Hochschulen außerhalb des Geltungsbereiches des Grundgesetzes. Auf Antrag kann die Hochschule sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf der Grundlage vorgelegter Unterlagen anerkennen und auf einen Studiengang anrechnen.
- (2) Für die Anerkennung und Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen an ausländischen Hochschulen sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaften zu beachten. Im Übrigen kann bei Zweifeln das Akademische Auslandsamt sowie die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Für die Anerkennung und Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in staatlich anerkannten Fernstudien oder in vom Land Nordrhein-Westfalen in Zusammenarbeit mit den anderen Ländern und dem Bund entwickelten Fernstudieneinheiten gelten die Absätze 1 und 2 entsprechend.
- (4) Über Anträge auf Anerkennung und Anrechnung nach den Absätzen 1 bis 3 entscheidet der Prüfungsausschuss. Die Studierenden haben die für die Anerkennung und Anrechnung erforderlichen Unterlagen in der vom Prüfungsausschuss festgelegten Form vorzulegen. Über entsprechende Anträge ist innerhalb von drei Monaten nach vollständiger Vorlage aller erforderlichen Informationen zu dem jeweiligen Antrag zu entscheiden. Der Prüfungsausschuss kann die Entscheidung über die Anerkennung und Anrechnung auf die Prüfungsausschussvorsitzende oder den Prüfungsausschussvorsitzenden übertragen.
- (5) Werden Studienleistungen und Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk "bestanden" aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.
- (6) Bei Vorliegen der Voraussetzungen der Absätze 1 bis 3 besteht ein Rechtsanspruch auf Anrechnung.

- (7) Wird die Anerkennung oder Anrechnung versagt, so ist dies zu begründen und der Antragstellerin oder dem Antragsteller unverzüglich schriftlich mit einer Rechtsbehelfsbelehrung versehen mitzuteilen.

## **§ 8**

### **Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß**

- (1) Eine Prüfungsleistung gilt als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet, wenn die Kandidatinnen oder Kandidaten zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheinen oder wenn sie nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktreten. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. Die Kandidatinnen und Kandidaten können sich von Modulprüfungen bis spätestens eine Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin ohne Angabe von Gründen von der Prüfung abmelden.
- (2) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis nach Absatz 1 Satz 1 und 2 geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatinnen bzw. Kandidaten kann die Vorlage eines qualifizierten ärztlichen Attestes, aus dem sich die Prüfungsunfähigkeit ergibt, verlangt werden. Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kann im Einzelfall die Vorlage eines Attestes einer oder eines vom Prüfungsausschuss benannten Vertrauensärztin oder Vertrauensarztes verlangen. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe an, wird den Kandidatinnen bzw. Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt.
- (3) Versucht die Kandidatin bzw. der Kandidat, das Ergebnis ihrer bzw. seiner Prüfungsleistung durch Täuschung oder durch Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet; die Feststellung wird von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer getroffen und von ihr bzw. ihm oder dem jeweiligen Aufsicht Führenden aktenkundig gemacht. In schwerwiegenden Fällen oder im Wiederholungsfall kann der Prüfungsausschuss nach Anhörung des Fachbereichsrates darüber hinaus die bisherigen Teilprüfungen für nicht bestanden erklären, oder das Recht zur Wiederholung der Prüfung aberkennen und die gesamte Prüfung für endgültig nicht bestanden erklären. Eine Kandidatin oder ein Kandidat, die bzw. der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der jeweiligen Prüferin oder dem Prüfer oder Aufsicht Führenden in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden; in diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet; die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen. In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss die Kandidatin oder den Kandidaten von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen ausschließen. Vor einer Entscheidung ist der oder dem Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.
- (4) Die Kandidatinnen und Kandidaten können innerhalb von 14 Tagen verlangen, dass Entscheidungen nach Absatz 3 Satz 1 und Satz 3 vom Prüfungsausschuss überprüft werden.
- (5) Belastende Entscheidungen sind den Kandidatinnen und Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

## **II. Master-Prüfung**

### **§ 9**

#### **Zulassung**

Zur Master-Prüfung ist zugelassen, wer auf der Grundlage des § 1 Abs. 3 an der Bergischen Universität Wuppertal für den Master-Studiengang Physik oder gemäß § 52 Abs. 2 HG als Zweithörerin oder Zweithörer eingeschrieben ist und eine Erklärung vorgelegt hat, aus der hervorgeht, dass keine Master- oder Diplom-Prüfung im Studiengang Physik oder einem gleichwertigem Studiengang an einer Hochschule endgültig nicht bestanden wurde und dass der/die Studierende sich in keinem anderen Prüfungsverfahren in einem entsprechenden Studiengang befindet.

## **§ 10**

### **Ziel, Umfang und Art der Master-Prüfung**

- (1) Durch die Master-Prüfung sollen die Kandidatinnen und Kandidaten nachweisen, dass sie das Ziel des Master-Studiums erreicht haben und sich insbesondere die Kenntnisse ihres Faches, methodische und konzeptionelle Fähigkeiten und eine systematische Orientierung angeeignet haben, die für einen erfolgreichen Einsatz in der beruflichen Praxis erforderlich sind.
- (2) Die Master-Prüfung besteht aus den Prüfungen zum Erwerb der Leistungspunkte und der Master-Arbeit. Die Master-Prüfung ist bestanden, wenn 120 Leistungspunkte in den Modulen und Modulabschlussprüfungen gemäß der Modulbeschreibung (Anhang) erworben worden sind. Die Modulbeschreibung ist Bestandteil dieser Prüfungsordnung. Die Modulprüfungen werden studienbegleitend abgelegt, das Leistungspunktekonto wird beim Prüfungsausschuss geführt.
- (3) Die zu erwerbenden Leistungspunkte (LP) sind im Einzelnen:
  - 10 – 18 LP aus bis zu drei allgemeinen Vertiefungsfächern,
  - 18 – 24 LP aus spezialisierenden Modulen eines gewählten Schwerpunktes
    - Atmosphärenphysik oder
    - Kondensierte Materie oder
    - Teilchenphysik,
  - 12 LP aus drei wählbaren Projekten des Fortgeschrittenen-Projektpraktikums zu jeweils 4 LP,
  - 60 LP aus Modulen der Masterphase im gewählten Schwerpunkt zur
    - Fachlichen Spezialisierung mit 15 LP, zur
    - Methodenerkenntnis und Projektplanung mit 15 LP und zur
    - Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium mit 30 LP,
  - 8 – 12 LP aus nichtphysikalischen Wahlpflichtmodulen.
- (4) Für die Auswahl der Module gelten folgende Bedingungen:
  - Aus dem Bereich der allgemeinen Vertiefungsfächer muss mindestens ein Modul aus der theoretischen Physik und eines aus der experimentellen Physik gewählt werden.
  - Die Module der allgemeinen Vertiefungsfächer sind, soweit sie inhaltlich einzelnen Schwerpunkten entstammen, diesen in einer Aufstellung (s. Anhang: Modulbeschreibung, Allgemeine Vertiefungsfächer) zugeordnet. Einzelne Module, die übergeordneten Charakter haben, tragen keine Zuordnung. Die von der oder dem Studierenden auszuwählenden Module der allgemeinen Vertiefungsfächer dürfen nicht aus dem von ihr oder ihm gewählten Schwerpunkt stammen. Mindestens ein Modul aus den allgemeinen Vertiefungsfächern muss dabei aus einem anderen als dem gewählten Schwerpunkt stammen.
  - Einzelne allgemeine Vertiefungsmodule sind auch im Rahmen bestimmter Schwerpunkte anerkennungsfähig (s. Anhang: Modulbeschreibung, Allgemeine Vertiefungsfächer).
  - Die Wahl der Projekte im Fortgeschrittenen-Projektpraktikum muss so erfolgen, dass mindestens ein Projekt der theoretischen und ein Projekt der experimentellen Physik bearbeitet wird.
  - Die inhaltliche Ausgestaltung der Module "Fachliche Spezialisierung" sowie "Methodenerkenntnis und Projektplanung" wird vom Betreuer der jeweiligen Master-Arbeit festgelegt. Inhalte, Prüfungen und Prüfungsformen werden bei Abgabe der Arbeit gegenüber dem Prüfungsausschuss ausgewiesen.
  - Der Prüfungsausschuss führt eine Liste der wählbaren nichtphysikalischen Wahlpflichtmodule.
- (5) Module, die von der oder dem Studierenden bereits zum Erwerb von Leistungspunkten im Bachelor-Studiengang belegt wurden, sind im Rahmen der Master-Prüfung nicht erneut anerkennungsfähig.

## **§ 11**

### **Prüfungen, Nachweise und Leistungspunkte**

- (1) In den Prüfungen zum Erwerb der Leistungspunkte soll die Kandidatin oder der Kandidat nachweisen, dass sie oder er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes erkennt, spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen vermag und mit den geläufigen Methoden des Faches Problemlösungen erarbeiten kann. Die Modulprüfungen werden nach Maßgabe der Modulbeschreibung (Anhang) durchgeführt.

- (2) Die Leistungspunkte werden auf Grund individuell erkennbarer Leistungen erworben. Die Prüfungen sind nach § 15 Abs. 1 zu benoten.
- (3) Die Prüfungen, die nach Maßgabe der Modulbeschreibung in ihrer Wiederholbarkeit eingeschränkt sind, sind jeweils von zwei Prüferinnen oder Prüfern zu bewerten. Hiervon kann bei schriftlichen Prüfungen abgewichen werden, wenn bei Nichtbestehen der jeweiligen Prüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht, sofern die Kandidatin oder der Kandidat nicht die Bewertung durch eine zweite Prüferin oder Prüfer beantragt. Die Note der schriftlichen Prüfung ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen.
- (4) Die Prüfungen des Absatzes 3 können, wenn sie nicht bestanden sind oder als nicht bestanden gelten entsprechend der Angabe in der jeweiligen Modulbeschreibung (Anhang) einmal oder zweimal wiederholt werden.
- (5) Die Form, in der Nachweise (unbenotete Studienleistungen) in den Komponenten eines Moduls erworben werden können, wird vorbehaltlich einer Festlegung in der Prüfungsordnung oder der Modulbeschreibung von den Lehrenden bei der Ankündigung der Veranstaltung festgelegt.
- (6) Die Wiederholung einer bereits bestandenen Leistungspunkteprüfung ist zur Notenverbesserung einmal, zum nächsten angebotenen Prüfungstermin, zulässig, sofern es sich um Module aus dem Lehrangebot des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften handelt. Wird im Notenverbesserungsversuch eine andere Note erreicht, so wird die bessere Note im Zeugnis ausgewiesen und bei der Berechnung der Gesamtnote zugrunde gelegt. Leistungspunkte werden nur einmal angerechnet.
- (7) Machen die Kandidatinnen und Kandidaten durch ein ärztliches Zeugnis glaubhaft, dass sie wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung nicht in der Lage sind, die Prüfung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, hat die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses den Kandidatinnen und Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen. Entsprechendes gilt für Studienleistungen.
- (8) Für Schwerbehinderte im Sinne des Sozialgesetzbuches IX, für Körperbehinderte und für chronisch Kranke sind Ausnahmen von den prüfungsrechtlichen und -organisatorischen Regelungen und Fristen zu treffen, die die Behinderung angemessen berücksichtigen. Der Antrag ist mit der Anmeldung zur ersten Modulprüfung zu verbinden.

## **§ 12 Prüfungsformen**

Prüfungen können in den nachfolgend aufgeführten und geregelten Formen abgelegt werden:

### **1. Mündliche Prüfungen**

- a) In mündlichen Prüfungen soll festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat Zusammenhänge der Prüfungsgebiete erkennt und darstellen kann sowie spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen und zu beantworten vermag.
- b) Mündliche Prüfungen sind vor einer Prüferin oder einem Prüfer in Gegenwart einer sachkundigen Beisitzerin oder eines sachkundigen Beisitzers als Einzelprüfung abzulegen. Von der Gegenwart eines Beisitzers oder einer Beisitzerin kann abgewichen werden, wenn bei Nichtbestehen der jeweiligen Prüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Darüber hinaus sind mündliche Prüfungen stets von mehreren Prüferinnen oder Prüfern oder von einer Prüferin oder einem Prüfer in Gegenwart einer sachkundigen Beisitzerin oder eines sachkundigen Beisitzers abzunehmen, wenn die Nachvollziehbarkeit der mündlichen Prüfung nicht gesichert ist. Die Dauer der mündlichen Prüfung ist durch die Modulbeschreibungen zwischen 20 und 60 Minuten festzulegen.
- c) Die Prüferin oder der Prüfer legt die Note der mündlichen Prüfung aufgrund der erbrachten Gesamtleistung gemäß § 15 Abs. 1 fest. Vor der Festsetzung der Note haben die Prüferinnen oder Prüfer die Beisitzerin oder den Beisitzer zu hören.
- d) Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist den Kandidatinnen und Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben.
- e) Studierende, die sich in einem späteren Prüfungstermin der gleichen Prüfung unterziehen wollen, werden nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörerinnen und Zuhörer zugelassen, es sei denn, die Kandidatin oder der Kandidat widerspricht. Die Zulassung er-

streckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.

## **2. Schriftliche Prüfungen unter Aufsicht (Klausuren)**

- a) In schriftlichen Prüfungen unter Aufsicht (Klausuren) soll festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat in der Lage ist, in einem begrenzten Zeitrahmen mit begrenzten Hilfsmitteln eine den Anforderungen entsprechende Aufgabe zu lösen. Die Dauer der Klausuren ist durch die Modulbeschreibungen zwischen 60 und 240 Minuten festzulegen. Die Aufgaben sind so zu stellen, dass bei der Bearbeitung grundlegende Kenntnisse zu Inhalten und Methoden des Faches, sowie die Fähigkeit nachgewiesen werden können, Wissen im Sinne der gestellten Aufgabe anzuwenden.
- b) Schriftliche Prüfungen in Form von Klausuren sind grundsätzlich durch zwei Prüferinnen oder Prüfer zu bewerten. Hiervon kann abgewichen werden, wenn bei Nichtbestehen der jeweiligen Modulprüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Die Bewertung erfolgt gemäß § 15 Abs. 1.
- c) Bei Bewertung durch mehrere Prüfer ergibt sich die Note der schriftlichen Prüfung (Klausur) aus dem arithmetischen Mittel der von den beiden Prüfern vergebenen Noten. Die Bekanntgabe der Bewertung erfolgt innerhalb von sechs Wochen. Innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe der Bewertung ist den Kandidatinnen und Kandidaten Gelegenheit zur Einsicht in ihre Klausurarbeit zu geben.

## **3. Prüfungen durch schriftliche Hausarbeiten**

- a) In Prüfungen in Form von schriftlichen Hausarbeiten soll festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat in der Lage ist, in einer begrenzten Zeit eine den Anforderungen entsprechende Aufgabe inhaltlich und methodisch selbstständig zu bearbeiten und das Ergebnis fachlich und sprachlich angemessen darzustellen. Thema, Umfang und Bearbeitungszeit der Hausarbeit werden von einer Prüferin oder einem Prüfer festgelegt.
- b) Prüfungen in Form von schriftlichen Hausarbeiten sind grundsätzlich durch zwei Prüferinnen oder Prüfer zu bewerten. Hiervon kann abgewichen werden, wenn bei Nichtbestehen der jeweiligen Modulprüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Die Bewertung erfolgt gemäß § 15 Abs. 1.
- c) Bei Bewertung durch mehrere Prüfer ergibt sich die Note der schriftlichen Hausarbeit aus dem arithmetischen Mittel der von den beiden Prüfern vergebenen Noten. Die Bekanntgabe der Bewertung erfolgt innerhalb von sechs Wochen. Innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe der Bewertung ist den Kandidatinnen und Kandidaten Gelegenheit zur Einsicht in ihre schriftliche Hausarbeit zu geben.

## **4. Präsentation mit Kolloquium**

- a) In Prüfungen in Form einer Präsentation mit Kolloquium soll festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat ein fachliches oder praktische Thema selbstständig bearbeiten und das Ergebnis einem Fachpublikum darstellen und vermitteln kann sowie in einer Diskussion zu erläutern bzw. argumentativ zu verteidigen vermag. Die fachspezifischen Bestimmungen können festlegen, ob eine schriftliche Vorbereitung der Präsentation in die Bewertung eingeht und auf welche Bereiche des Moduls sich das Kolloquium bezieht.
- b) Die Regelungen unter Nr. 1 Buchstaben b) – e) gelten entsprechend.

## **5. Sammelmappe**

- a) Bei der Prüfungsform der Sammelmappe erarbeitet die Kandidatin oder der Kandidat mehrere über ein oder mehrere Semester verteilte Aufgabenstellungen in Form von bearbeiteten Übungsaufgaben, Protokollen, Vorträgen oder anderen Leistungen, die auf ein Modul bezogen auch aus mehreren Modulkomponenten und Lehrveranstaltungen stammen können.
- b) Die Ergebnisse der Einzelleistungen werden durch eine Prüferin oder einen Prüfer in einer Gesamtbetrachtung begutachtet und bewertet. Die Bekanntgabe der Bewertung erfolgt innerhalb von sechs Wochen. Die Modulbeschreibungen können über diese Form der Sammelmappe mit Begutachtung hinaus festlegen, dass Begutachtung und Bewertung der gesamten Sammelmappe mit einer abschließenden Einzelleistung in Form entweder einer mündlichen Prüfung, einer schriftlichen Prüfung (Klausur) oder einer fachpraktischen Prüfung nach den an anderer Stelle der Prüfungsordnung getroffenen Regelungen verbunden ist. Die

gemäß § 15 Abs. 1 festzulegende Note schließt alle im Rahmen der Sammelmappe erbrachten Leistungen ggf. einschließlich der vorgenannten abschließenden Prüfung ein.

- c) Muss eine Prüfung in Form einer Sammelmappe wiederholt werden, so legt die für die Gesamtbegutachtung und –bewertung bestellte Prüferin oder der hierzu bestellte Prüfer gegebenenfalls fest, welche der in der Sammelmappe nachzuweisenden Einzelleistungen nicht wiederholt werden müssen, und macht dies aktenkundig. Die nicht zu wiederholenden Einzelleistungen müssen für die erneute Gesamtbegutachtung und -bewertung erneut vorgelegt werden.

### **§ 13**

#### **Erfassung und Anrechnung von Leistungspunkten**

- (1) Für jede Kandidatin und jeden Kandidaten richtet der Prüfungsausschuss ein Leistungspunktekonto ein. Im Leistungspunktekonto werden die erworbenen Leistungspunkte sowie die mit Modulprüfungen und der Master-Arbeit verbundenen Benotungen erfasst. Die individuell erkennbaren Leistungen werden durch die Prüferinnen bzw. Prüfer in einer vom Prüfungsausschuss vorgegebenen Form den Studierenden bescheinigt oder dem Prüfungsausschuss mitgeteilt. Im Rahmen der organisatorischen Möglichkeiten können die Kandidatinnen und Kandidaten in den Stand ihrer Konten Einblick nehmen.
- (2) Erworbene Leistungspunkte werden nur einmal angerechnet.

### **§ 14**

#### **Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium**

- (1) Die Master-Arbeit mit dem dazugehörigen Abschlusskolloquium soll zeigen, dass die Kandidatinnen und Kandidaten ihr Fach beherrschen und in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus ihrem Fach selbstständig und wissenschaftlich zu bearbeiten. Voraussetzung für die Ausgabe des Themas der Master-Arbeit ist der Nachweis von 30 Leistungspunkten des Master-Studiums Physik. Über begründete Ausnahmen befindet auf Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses.
- (2) Das Thema der Master-Arbeit wird von gemäß § 6 Abs. 1 vom Prüfungsausschuss bestellten Prüferinnen und Prüfern festgelegt. Die Master-Arbeit wird von diesen Prüferinnen und Prüfern betreut. Den Kandidatinnen und Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, ein Thema für die Master-Arbeit vorzuschlagen.
- (3) Auf Antrag der Kandidatinnen und Kandidaten sorgt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass diese rechtzeitig, d.h. in der Regel vor Beginn des dritten Semesters, ein Thema für eine Master-Arbeit erhalten.
- (4) Die Ausgabe des Themas der Master-Arbeit erfolgt über die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses. Der Zeitpunkt der Ausgabe ist aktenkundig zu machen.
- (5) Die Bearbeitungszeit für die Master-Arbeit beträgt zwölf Monate (Teilzeit, Workload ca. 900 Arbeitsstunden). Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass die zur Bearbeitung vorgegebene Frist eingehalten werden kann. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb der ersten acht Wochen der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Im Einzelfall kann der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten die Bearbeitungszeit ausnahmsweise um bis zu drei Monate verlängern.
- (6) Bei der Abgabe der Master-Arbeit haben die Kandidatinnen und Kandidaten schriftlich zu versichern, dass sie ihre Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht haben.
- (7) Die Master-Arbeit ist fristgemäß beim Prüfungsausschuss in dreifacher Ausfertigung abzuliefern; der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Eine elektronische Fassung der Master-Arbeit sowie der bei empirischen Arbeiten verwendeten Daten ist in einem mit dem Prüfungsausschuss abzustimmenden Dateiformat zur Plagiatskontrolle auf einem vom Prüfungsausschuss festzulegenden Datenträger der gedruckten Fassung beizufügen. Wird die Master-Arbeit nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie gemäß § 8 Abs. 1 Satz 2 als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet.

- (8) Die Master-Arbeit ist von zwei Prüferinnen bzw. Prüfern zu begutachten und zu bewerten. Eine bzw. einer von diesen soll diejenige bzw. derjenige sein, die bzw. der das Thema festgelegt und die Arbeit betreut hat. Die zweite Prüferin oder der zweite Prüfer wird von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bestimmt. Dem Betreuer bzw. der Betreuerin der Arbeit wird eine Vorschlagsmöglichkeit für die zweite Prüferin bzw. den zweiten Prüfer eingeräumt. Die einzelne Bewertung ist entsprechend § 15 Abs. 1 vorzunehmen und kurz schriftlich zu begründen. Die Note der Master-Arbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 1,0 beträgt. Beträgt die Differenz mehr als 1,0, wird vom Prüfungsausschuss eine dritte Prüferin bzw. ein dritter Prüfer zur Bewertung der Master-Arbeit bestimmt. In diesem Fall wird die Note der Master-Arbeit aus dem arithmetischen Mittel der beiden besseren Noten gebildet. Die Master-Arbeit kann jedoch nur dann als "ausreichend" oder besser bewertet werden, wenn mindestens zwei Noten "ausreichend" oder besser sind. Ist die Benotung der Master-Arbeit nicht mindestens "ausreichend", ist die Master-Arbeit zu wiederholen.
- (9) Die Bewertung der Master-Arbeit soll innerhalb von acht Wochen nach Abgabe erfolgt sein.
- (10) Im Zusammenhang mit der Master-Arbeit findet ein Kolloquium statt. Hierzu werden grundsätzlich die Prüferinnen und Prüfer der schriftlichen Arbeit bestellt. Das Kolloquium soll spätestens acht Wochen nach Abgabe der schriftlichen Master-Arbeit durchgeführt werden.
- (11) Die schriftliche Master-Arbeit kann einmal wiederholt werden. Die Kandidatin bzw. der Kandidat erhält in diesem Fall ein neues Thema. Eine Rückgabe des Themas der zweiten Master-Arbeit in der in Absatz 5 Satz 3 genannten Frist ist jedoch nur zulässig, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat bei der Anfertigung ihrer bzw. seiner ersten Master-Arbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hatte.
- (12) Die Master-Arbeit und das dazugehörige Abschlusskolloquium werden mit 30 Leistungspunkten verrechnet. Darin ist das Kolloquium mit 2 Leistungspunkten eingebunden.

## § 15

### Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten und Bestehen der Master-Prüfung

- (1) Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen werden von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer festgesetzt. Für die Bewertung sind folgende Noten zu verwenden:
- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1 = sehr gut          | = eine hervorragende Leistung;   |
| 2 = gut               | = eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt;    |
| 3 = befriedigend      | = eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht;                  |
| 4 = ausreichend       | = eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt;             |
| 5 = nicht ausreichend | = eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt. |
- Zur differenzierten Bewertung der Prüfungsleistungen können Zwischenwerte durch Erniedrigen oder Erhöhen der einzelnen Noten um 0,3 gebildet werden. Die Bildung der Noten 0,7; 4,3; 4,7 und 5,3 ist dabei ausgeschlossen. Bei der Bildung der Noten für die einzelnen Module und der Gesamtnote wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.
- (2) Die Modulnote lautet:
- |   |                      |
|---|----------------------|
| bei einem Durchschnitt bis 1,5          | = sehr gut;          |
| bei einem Durchschnitt über 1,5 bis 2,5 | = gut;               |
| bei einem Durchschnitt über 2,5 bis 3,5 | = befriedigend;      |
| bei einem Durchschnitt über 3,5 bis 4,0 | = ausreichend,       |
| bei einem Durchschnitt über 4,0         | = nicht ausreichend. |
- (3) Die Gesamtnote der Master-Prüfung ergibt sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten arithmetischen Mittel der Modulnoten sowie der Note der Master-Arbeit. Dabei werden alle Modulnoten mit Ausnahme der Noten der „Nichtphysikalischen Wahlpflichtmodule“ sowie der Module der „Fachlichen Spezialisierung“ berücksichtigt. Die Gesamtnote einer bestandenen Master-Prüfung lautet:
- |   |                 |
|---|-----------------|
| bei einem Durchschnitt bis 1,5          | = sehr gut;     |
| bei einem Durchschnitt über 1,5 bis 2,5 | = gut;          |
| bei einem Durchschnitt über 2,5 bis 3,5 | = befriedigend; |

- bei einem Durchschnitt über 3,5 bis 4,0 = ausreichend,
- (4) An Stelle der Gesamtnote "sehr gut" nach Absatz 3 wird das Gesamturteil "mit Auszeichnung bestanden" erteilt, wenn die Master-Arbeit mit 1,0 bewertet und der Durchschnitt aller anderen Noten der Master-Prüfung nicht schlechter als 1,3 ist.
  - (5) Die Gesamtnoten der erfolgreichen Studierenden aus dem Master-Studiengang Physik der beiden vergangenen Studienjahre werden in einer Tabelle dargestellt, welche die im Studiengang vergebenen Gesamtnoten (1 bis 4), die Anzahl der Studierenden, die diese Gesamtnoten jeweils erreichten und den prozentualen Anteil dieser Noten an der Gesamtsumme enthält (ECTS-Grading-Table). Für die Gesamtnote erhalten die Kandidatinnen und Kandidaten zusätzlich die folgenden ECTS Noten:  
die besten 10 % die Note A  
die nächsten 25 % die Note B  
die nächsten 30 % die Note C  
die nächsten 25 % die Note D  
die nächsten 10 % die Note E.

### **§ 16 Zusatzleistungen**

- (1) Die Kandidatinnen und Kandidaten können weitere als die vorgeschriebenen Leistungspunkte erwerben.
- (2) Diese Leistungspunkte werden bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen und auf Antrag auf dem Zeugnis dokumentiert.

### **§ 17 Zeugnis**

- (1) Über die bestandene Master-Prüfung wird unverzüglich, möglichst innerhalb von vier Wochen nach dem Erwerb aller Leistungspunkte ein Zeugnis ausgestellt, das die einzelnen Modulnoten, die Gesamtnote, die ECTS-Grading-Table, die Note und das Thema der Master-Arbeit enthält. Auf Antrag der Kandidatinnen und Kandidaten werden in das Zeugnis auch die Ergebnisse der Prüfungen der Zusatzleistungen und die bis zum Abschluss der Master-Prüfung benötigte Fachstudiendauer aufgenommen. Das Zeugnis ist von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen. Als Datum des Zeugnisses ist der Tag anzugeben, an dem die letzte Leistung zum Erwerb von Leistungspunkten erbracht wurde.
- (2) Ist die Master-Prüfung endgültig nicht bestanden oder gilt sie als endgültig nicht bestanden, erteilt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten hierüber einen schriftlichen Bescheid.
- (3) Der Bescheid über die endgültig nicht bestandene Master-Prüfung ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (4) Hat die Kandidatin oder der Kandidat die Master-Prüfung nicht bestanden, wird ihr bzw. ihm auf Antrag und gegen Vorlage der entsprechenden Nachweise eine schriftliche Bescheinigung ausgestellt, die die erbrachten Prüfungsleistungen, deren Noten und die zugehörige Anzahl von Prüfungsversuchen sowie die zum Bestehen der Master-Prüfung noch fehlenden Leistungspunkte enthält und erkennen lässt, dass die Master-Prüfung nicht bestanden ist.

### **§ 18 Master-Urkunde**

- (1) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird den Kandidatinnen und Kandidaten die Master-Urkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Master-Grades gemäß § 2 beurkundet.
- (2) Die Master-Urkunde wird von der Dekanin bzw. vom Dekan des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften sowie der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet und mit dem Siegel des Fachbereichs versehen.

- (3) Die Bergische Universität Wuppertal stellt ein Diploma Supplement (DS) entsprechend dem "Diploma Supplement Model" der Europäischen Kommission, des Europarates und der UNESCO/CEPES aus. Als Darstellung des nationalen Bildungssystems (DS-Abschnitt 8) wird der zwischen der Kultusministerkonferenz der Länder und der Hochschulrektorenkonferenz abgestimmte Text in der jeweils geltenden Fassung verwendet. Auf Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten händigt die Bergische Universität Wuppertal zusätzlich zur Ausstellung des Diploma Supplement Übersetzungen der Urkunden und Zeugnisse in englischer Sprache aus.

### **III. Schlussbestimmungen**

#### **§ 19**

#### **Ungültigkeit der Master-Prüfung Aberkennung des Master-Grades**

- (1) Hat eine Kandidatin oder ein Kandidat beim Erwerb der Leistungspunkte getäuscht und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, kann der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Leistungen, bei deren Erbringung getäuscht wurde, entsprechend berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für nicht bestanden erklären.
- (2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zum Erwerb von Leistungspunkten nicht erfüllt, ohne dass die Kandidatin oder der Kandidat hierüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch erfolgreichen Erwerb der Leistungspunkte geheilt. Haben die Kandidatin oder der Kandidat die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen über die Rechtsfolgen.
- (3) Vor einer Entscheidung ist den Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.
- (4) Das unrichtige Zeugnis ist einzuziehen und gegebenenfalls ein neues zu erteilen. Eine Entscheidung nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren nach Ausstellung des Zeugnisses ausgeschlossen.
- (5) Ist die Prüfung insgesamt für nicht bestanden erklärt worden, ist der Master-Grad abzuerkennen und die Master-Urkunde einzuziehen.

#### **§ 20**

#### **Einsicht in die Prüfungsakten**

Den Studierenden wird auf Antrag nach einzelnen Prüfungen Einsicht in ihre Prüfungsarbeiten, Bewertungen und Begutachtungen gewährt. Der Antrag muss binnen eines Monats nach Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses gestellt werden. Näheres regelt der Prüfungsausschuss.

#### **§ 21**

#### **Übergangsbestimmungen**

Diese Prüfungsordnung findet auf alle Studierenden Anwendung, die für den Master-Studiengang Physik ab dem Sommersemester 2013 erstmalig an der Bergischen Universität Wuppertal eingeschrieben sind.

Studierende, die ihr Studium nach der Prüfungsordnung vom 14.05.2007 (Amtl. Mittlg. 17/07) aufgenommen haben, können ihre Modulprüfungen bis zum 30.09.2015 ablegen, es sei denn, dass sie die Anwendung dieser neuen Prüfungsordnung beim Prüfungsausschuss beantragen. Der Antrag auf Anwendung der neuen Prüfungsordnung ist unwiderruflich.

#### **§ 22**

#### **In-Kraft-Treten, Veröffentlichung**

Diese Prüfungsordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung in den Amtlichen Mitteilungen als Verkündungsblatt der Bergischen Universität Wuppertal in Kraft.

Ausgefertigt auf Grund des Beschlusses des Fachbereichsrates des Fachbereiches Mathematik und Naturwissenschaften vom 20.03.2013.

Wuppertal, den 15.04.2013

Der Rektor  
der Bergischen Universität Wuppertal  
Universitätsprofessor Dr. Lambert T. Koch

## Allgemeine Vertiefungsfächer

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Allgemeinen Vertiefungsfach über folgende Qualifikationen:

### Fachliche Qualifikationen:

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in weiteren Teilgebieten der Physik,
- und können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

### Schlüsselqualifikationen:

- Sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme
- Sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift

Einzelne der Module stammen aus den Schwerpunkten (H=Herkunft): Atmosphärenphysik (A), Kondensierte Materie (K) und der Teilchenphysik (T). Es muss mindestens ein Modul aus der Experimentalphysik (EP) und mindestens ein Modul aus der Theoretischen Physik (TP) gewählt werden. Desweiteren dürfen die Module nicht aus dem gewählten Schwerpunkt der Master-Arbeit stammen und mindestens ein Modul muss explizit aus einem anderen Schwerpunkt gewählt werden. Verschiedene Module können auch im gewählten Schwerpunkt der Master-Arbeit eingesetzt werden. Die Verwendbarkeit im jeweiligen Schwerpunkt wird durch das Label V markiert.

Modul	H	V	Kürzel	Methode	LP
Data Analysis	-	T	DA	EP	6
Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik	-	KT	GDP	TP	6
Fortgeschrittene Quantenmechanik	-	KT	FQM	TP	9
Allg. Relativitätstheorie	-	T	ART	TP	6
Einführung in die Atmosphärenphysik	A	A	EAP	EP	9
Messtechnik und Signalverarbeitung	-	KAT	MSV	EP	6
Experimentelle Festkörperphysik	K	K	EFK	EP	6
Theoretische Festkörperphysik	K	K	TFK	TP	9
Grundlagen der Elementarteilchen- und Teilchenastrophysik	T	T	GETA	EP	9
Kosmologie	T	T	KOS	EP	6

### DA Data Analysis

#### Lernziele/ Kompetenzen

P / WP

Gewicht der Note

Workload

DA Data Analysis (Fortsetzung)						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en beherrschen die mathematischen Konzepte und praktischen Methoden der Analyse von Messdaten. Sie sind in der Lage physikalische Parameter mit Hilfe der Methode des Maximum Likelihood und der Methode der kleinsten Quadrate abzuschätzen. Die Studierenden sind insbesondere mit den Besonderheiten der Anwendung dieser Methoden im Bereich der experimentellen Teilchenphysik vertraut. Im Rahmen der beiden behandelten Parameterschätzungsmethoden sind die Absolvent(inn)en in Lage die Fehler auf die Messwerte mit verschiedenen Verfahren zu berechnen. Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse der Entfaltung von Verteilungen.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Data Analysis	Wahrscheinlichkeit, Verteilungen und ihre Eigenschaften, Erwartungswerte, RMS, Korrelation, Fehlerfortpflanzung, Tests, Parameterschätzung, Max. Likelihood, Methode der kleinsten Quadrate, Fits, Optimierung, Vertrauensintervalle, Entfaltung, Bootstrap u. Jackknife, Parameterisierungen	P	Vorlesung	2	3 LP
b	II Übung Data Analysis	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

GDP Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die mathematische Grundlagen der Gruppen- und Darstellungstheorie und besitzen Kenntnisse über die Anwendbarkeit der Gruppentheorie in der Physik und Vermittlung der Bedeutung von Symmetrien und des Zusammenhangs von gruppentheoretischen Methoden. Sie gewinnen einen Überblick über die mathematischen Strukturen der Symmetrien in der Physik. Die so gewonnen Erkenntnisse können eigenständig auf andere und neue Probleme übertragen werden.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik	Eine Auswahl aus den Themen: - Elementare Gruppentheorie - Kristallographische Gruppen - Darstellungen endlicher Gruppen - Lie-Gruppen und Lie-Algebren - Die Drehgruppe und ihre Darstellungen - Wigner-Eckart-Theorem - Lorentz- und Poincaregruppe und ihre Darstellungen - Spinoren - Harmonische Oszillatorgruppe	P	Vorlesung	2	3 LP
b	II Übung Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

FQM Fortgeschrittene Quantenmechanik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen fortgeschrittene Methoden und Techniken der Quantenmechanik, insbesondere die relativistische Formulierung und Feldquantisierung der Quantenmechanik. Sie sind in der Lage, Ableitung und Behandlung von fortgeschrittenen quantenmechanischen Problemen zu formulieren. Sie gewinnen einen Überblick über verschiedene Rechenmethoden und Näherungen sowie die fundamentale Bedeutung relativistischer Phänomene in der Physik. Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen der theoretischen Teilchenphysik.			WP	9/120	9 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		9 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul		9 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Fortgeschrittene Quantenmechanik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Invarianz der Bewegungsgleichungen und Erhaltungssätze</li> <li>- Zeitumkehr</li> <li>- Zeitabhängige Störungstheorie</li> <li>- Variationsmethoden</li> <li>- Hartree-Fock-Gleichung</li> <li>- Struktur der Moleküle</li> <li>- Streutheorie: Wirkungsquerschnitt, Bornsche Reihe, Einfach- und Mehrfachstreuung</li> <li>- S- und T-Matrix</li> <li>- Relativistische Quantenmechanik: Klein-Gordon und Dirac-Gleichung</li> <li>- Feldquantisierung</li> <li>- Quantentheorie der Strahlung</li> <li>- Grundlagen der Teilchenphysik</li> </ul>	P	Vorlesung	4	6 LP
b	II Übung Fortgeschrittene Quantenmechanik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

<b>ART Allgemeine Relativitätstheorie</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>				<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>
Die Absolvent(inn)en beherrschen die Grundprinzipien der allg. Relativitätstheorie als theoretisches Fundament der Kosmologie. Sie verstehen das Urknall-Modell und seine wichtigsten Säulen (Hubble-Expansion, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Synthese der leichten Elemente) und begreifen die Notwendigkeit der Existenz dunkler Materie und dunkler Energie. Sie sind in der Lage, das erlernte Wissen in Übungsaufgaben anzuwenden und zu vertiefen.				WP	6/120	6 LP
<b>Nachweise</b>				<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)		-		ganzes Modul
Die Modalität der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						6 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>
a	I Vorlesung Allgemeine Relativitätstheorie	Allgemeine	Allgemeine Koordinatentransformationen, Metrik der Raumzeit, Geodäten, Lösungen der Einsteinschen Gleichungen, Schwarze Löcher, kosmische Dynamik und Weltmodelle, Hubble Gesetz, kritische Dichte des Universums, kosmologische Konstante, Altersbestimmungen, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Primordiale Nukleosynthese, Dunkle Materie	P	Vorlesung	3
b	II Übung Allgemeine Relativitätstheorie	Allgemeine	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1
						4 LP
						2 LP

<b>EAP Einführung in die Atmosphärenphysik</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en besitzen ein Verständnis fundamentaler Zusammenhänge in der Atmosphärenphysik und haben Kenntnisse über grundlegende Gleichungen der Atmosphärenphysik. Sie kennen den Zusammenhang zwischen chemischen und physikalischen Prozessen in der Atmosphäre. Sie haben einen fundierten Überblick über den Spurenstoffhaushalt und die Strahlungsbilanz der Erde sowie die atmosphärische Zirkulation. Die Absolvent(inn)en verstehen die grundlegenden Phänomene des Wetters und des Klimas.			WP	9/120	9 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Teil der Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	Modulteil(e) a		6 LP	
Teil der Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	Modulteil(e) b		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Einführung in die Atmosphärenphysik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundgleichungen und Definitionen</li> <li>- Atmosphärische Thermodynamik</li> <li>- Strahlung im System Atmosphäre</li> <li>- Globale Energiebilanz und Treibhauseffekt</li> <li>- Spurengase und Photochemie</li> <li>- Dynamik der Atmosphäre</li> <li>- Atmosphärische Zirkulation</li> <li>- Kopplung von Chemie und Transport</li> <li>- Äußere Einflüsse auf die Atmosphäre</li> <li>- Ionosphäre und Magnetosphäre</li> </ul>	P	Vorlesung	4	6 LP
b	II Übung Einführung in die Atmosphärenphysik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

MSV Messtechnik und Signalverarbeitung						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen moderne Messverfahren und besitzen die erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik. Die Studierenden sollen durch die Vorlesung u.a. in die Lage versetzt werden, Systeme zur Aufnahme und Verarbeitung von Messdaten nach Kriterien wie Empfindlichkeit, Auflösung oder Dynamik zu beurteilen und zu optimieren. Die Kenntnisse finden im weiteren Verlauf des Studiums (insbesondere im Bereich experimenteller Masterarbeiten) sowie in späteren, applikationsorientierten beruflichen Tätigkeiten in Wissenschaft oder Industrie ihre Anwendung.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	150 min. Dauer	Modulteil(e) a		5 LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	45 min. Dauer	Modulteil(e) a		5 LP	
unbenotete Studienleistung	Präsentation mit Kolloquium	-	Modulteil(e) b		1 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Messtechnik und Signalverarbeitung	Signale im Zeit- und Frequenzbereich, Digitalisierung, FT - DFT, LTI-Systeme, Übertragungsfunktionen, komplexe Frequenzebene, Laplacetransformation, z-Transformation, passive und aktive Filter, Signale und Rauschen, Rauschquellen, Rauschfortpflanzung, Methoden zur Empfindlichkeitsverbesserung, Modulation, Demodulation, Mischung (analog/digital), Spektrumanalyse, Netzwerkanalyse, Digitale Filter, Algorithmen zur digitalen Signal- und Bildverarbeitung, Wavelet-Transformation, Tomographische Rekonstruktionsverfahren, Messverfahren (beispielhaft), z.B. Messung ionisierender Strahlung, Spektroskopie, Tomographische Verfahren	P	Vorlesung	3	5 LP
b	II Übung Messtechnik und Signalverarbeitung	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	1 LP

EFK Experimentelle Festkörperphysik					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
Die Absolvent(inn)en kennen weiterführender festkörperphysikalische Methoden und Theorien sowie moderne Experimentiertechniken, die bei der Entwicklung neuer, maßgeschneiderter Funktionsmaterialien auftreten. Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien auf wissenschaftliche Arbeit an laufenden Forschungsprojekten im Bereich der Materialforschung und -analyse sowie der Verfeinerung der bestehenden Synthese- bzw. Analysemethoden anzuwenden.			WP	6/120	6 LP
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	6 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	6 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Experimentelle Festkörperphysik Vertiefung der Kenntnisse in Festkörperphysik, u.a.: - Fermiflächen, Berechnung und Vermessung, thermoelektrische Effekte. - Reale Kristalle (Fehlstellen), Phasenübergänge, Materie in eingeschränkten Dimensionen -Größeneffekte - Dünne Schichten, Quantendrähte, Quantenpunkte, Legierungen, Intermetallische Phasen - Supraleitung, Hochtemperatursupraleitung - Materie unter extremen Temperaturen und Drücken - Aktuelle Themen der Festkörperforschung Moderne Verfahren zur Festkörperspektroskopie in Theorie und Experiment. u.a.: - Ramanspektroskopie, Röntgenabsorptionsspektroskopie, Röntgenfluoreszenzspektroskopie, Elektronenspektroskopien: Photoelektronen- und Augerelektronenspektroskopie, Photoelektronenbeugung - Plasmonen, Polaritonen, Polaronen – dielektrische Eigenschaften - Optische Eigenschaften von Festkörpern und Festkörperoberflächen. - Elektronenenergieverlustspektroskopie, Opt. Spektrosk. von ionischen Fehlstellen, Exzitonen - Moderne Spektrometer und deren Lichtquellen, Monochromatoren und Detektoren.	P	Vorlesung	3	3 LP
b	II Übung Experimentelle Festkörperphysik Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	3 LP

TFK Theoretische Festkörperphysik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen den strukturellen Aufbau von Festkörpern, die Symmetrien von Kristallgittern und der elementaren Anregungen. Sie können eigenständig Dispersionsrelationen für Phononen und Bandelektro- nen und ihrer Konsequenzen für thermodynamische Eigenschaften im Rahmen von effektiven Modellen ableiten. Sie kennen verschiedene Rechenmethoden und die fundamentale Bedeutung der Korrelationsfunktionen für die Erklärung von Transportphänomenen und von Verfahren zur Materialuntersuchung wie Streuexperimente mit Neutronen etc.			WP	9/120	9 LP	
<b>Voraussetzung:</b> Keine formalen, empfohlen Theoretische Physik 1- 4 aus dem B.Sc. in Physik						
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Teil der Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	Modulteil(e) a	6 LP	
Teil der Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	Modulteil(e) b	3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Theoretische Festkörperphysik	- Hamiltonoperatoren der Festkörpertheorie - Adiabatisches Prinzip - Kristallgitter und Symmetrien - Blochsches Theorem - Phononen und Thermodynamik der Gitterschwingungen - Neutronenstreuung am Kristall - Bändermodell - Transportphänomene - optische Eigenschaften	P	Vorlesung	4	6 LP
b	II Übung Theoretische Festkörperphysik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

GETA Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en beherrschen die Struktur des Standardmodells der Elementarteilchenphysik und möglicher Erweiterungen und erwerben Grundlagen zur theoretischen Berechnung und experimentellen Messung der Eigenschaften von Elementarteilchen an Teilchenbeschleunigern höchster Energie. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage, die Wechselbeziehung zwischen der Teilchenphysik und Astroteilchenphysik darzulegen. Sie können die Mechanismen, die der Entstehung kosmischer Teilchenstrahlung zugrunde liegt, erklären und darlegen, wie kosmische Strahlung experimentell nachgewiesen werden kann.			WP	9/120	9 LP	
<b>Voraussetzung:</b> Keine formalen, empfohlen sind die Grundvorlesungen der Experimentalphysik des B.Sc. Physik.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	9 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik		P	Vorlesung	4	6 LP
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Theorie der Feynman-Diagramme</li> <li>- Grundlagen der Starken und der Elektroschwachen Wechselwirkung</li> <li>- Fermionsektor: Top-Quark, CKM-Matrix, Neutrinos</li> <li>- Mögliche Erweiterungen (u.a. Supersymmetrie, Extra Dimensionen)</li> <li>- Experimentelle Daten und allg. Eigenschaften der Teilchen-, <math>\gamma</math>- und <math>\nu</math>-Strahlung, Entstehungsprozesse,</li> <li>- aktive Galaxien, Rätsel der höchstenergetischen Teilchen</li> <li>- TeV <math>\gamma</math>-Strahlung, solare Neutrinos, TeV-Neutrino-Astronomie, neue experimentelle Techniken</li> <li>- Bezug zur Kosmologie</li> </ul>					
b	II Übung Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik		P	Übung	2	3 LP
	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.					

<b>KOS Kosmologie</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en beherrschen die Grundprinzipien der Kosmologie. Sie verstehen das Urknall-Modell und seine wichtigsten Säulen (Hubble-Expansion, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Synthese der leichten Elemente) und begreifen die Notwendigkeit der Existenz dunkler Materie und dunkler Energie.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Kosmologie	Allgemeine Koordinatentransformationen, Metrik der Raumzeit, Geodäten, Lösungen der Einsteinschen Gleichungen, Schwarze Löcher, kosmische Dynamik und Weltmodelle, Hubble Gesetz, kritische Dichte des Universums, kosmologische Konstante, Altersbestimmungen, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Primordiale Nukleosynthese, Dunkle Materie	P	Vorlesung	3	3 LP
b	II Übung Kosmologie	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	3 LP

## Schwerpunkt Atmosphärenphysik

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Schwerpunktfach Atmosphärenphysik über folgende Qualifikationen:

**Fachliche Qualifikationen:**

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen im Bereich der Atmosphärenphysik,
- und können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

**Schlüsselqualifikationen:**

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen,
- sie gehen konstruktiv mit Forschungsberichten in der Literatur auch in englischer Sprache,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift.

### APST1 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik I

Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en besitzen ein vertieftes Verständnis zu speziellen Themen der Atmosphärenphysik, der Atmosphärenchemie, der verwendeten Messtechniken sowie der solarerterrestrischen Beziehungen.			WP	3/120	3 LP	
<b>Voraussetzung:</b> erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master-Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	3 LP		
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

<b>(Fortsetzung)</b>					
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Spezielle Themen der Atmosphärenphysik I  Nach Aktualität im Wechsel ein Thema aus den Gebieten Dynamik der Atmosphäre, Chemie der Atmosphäre, Sonnenphysik und Magnetosphäre, Messmethoden der Geophysik, Troposphärenchemie, Molekülspektroskopie, Planetenatmosphären. Alternativ kann die Veranstaltung "Physik, Chemie und Bilanzen atmosphärischer Spurengase I" des Bereiches Umweltchemie angeboten werden. Konkrete Themen sind zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage</li> <li>• Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation</li> <li>• Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweitemestrig)</li> <li>• Messtechniken in der Atmosphärenphysik</li> <li>• Atmosphärischer Strahlungstransport</li> <li>• Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten</li> </ul>	P	Vorlesung	2	3 LP

APST2 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik II						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en besitzen ein vertieftes Verständnis zu speziellen Themen der Atmosphärenphysik, der Atmosphärenchemie, der verwendeten Messtechniken sowie der solarerrestrischen Beziehungen.			WP	3/120	3 LP	
<b>Voraussetzung:</b> erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	3 LP	
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Spezielle Themen der Atmosphärenphysik II	<p>Nach Aktualität im Wechsel ein Thema aus den Gebieten Dynamik der Atmosphäre, Chemie der Atmosphäre, Sonnenphysik und Magnetosphäre, Messmethoden der Geophysik, Troposphärenchemie, Molekülspektroskopie, Planetenatmosphären. Alternativ kann die Veranstaltung "Physik, Chemie und Bilanzen atmosphärischer Spurengase II" des Bereiches Umweltchemie angeboten werden. Konkrete Themen sind zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage</li> <li>• Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation</li> <li>• Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweitemestrig)</li> <li>• Messtechniken in der Atmosphärenphysik</li> <li>• Atmosphärischer Strahlungstransport</li> <li>• Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten</li> </ul>	P	Vorlesung	2	3 LP

APST3 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik III						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en besitzen ein vertieftes Verständnis zu speziellen Themen der Atmosphärenphysik, der Atmosphärenchemie, der verwendeten Messtechniken sowie der solarerrestrischen Beziehungen.			WP	3/120	3 LP	
<b>Voraussetzung:</b> erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik						
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		3 LP
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Spezielle Themen der Atmosphärenphysik III		P	Vorlesung	2	3 LP
<p>Nach Aktualität im Wechsel ein Thema aus den Gebieten Dynamik der Atmosphäre, Chemie der Atmosphäre, Sonnenphysik und Magnetosphäre, Messmethoden der Geophysik, Troposphärenchemie, Molekülspektroskopie, Planetenatmosphären. Konkrete Themen sind zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage</li> <li>• Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation</li> <li>• Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweisemestrig)</li> <li>• Messtechniken in der Atmosphärenphysik</li> <li>• Atmosphärischer Strahlungstransport</li> <li>• Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten</li> </ul>						

<b>APS1 Seminar zur Atmosphärenphysik I</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en sind in der Lage sich mit einem ausgewählten Thema der Atmosphärenphysik zu befassen und dieses in einem Seminarvortrag vorzustellen. Sie beherrschen die Informationsrecherche in der Literatur und im Internet sowie die Aufbereitung der Informationen zu einer Präsentation. Sie können, die behandelten Themen zielgruppengerecht darstellen und didaktisch gestalten.			WP	3/120	3 LP	
<b>Voraussetzung:</b> erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik						
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>	<b>Nachgewiesene LP</b>		
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	3 LP		
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur Atmosphärenphysik I	Themen aus der aktuellen Forschung und deren Präsentation	P	Seminar	2	3 LP

APS2 Seminar zur Atmosphärenphysik II						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en sind in der Lage sich mit einem ausgewählten Thema der Atmosphärenphysik zu befassen und dieses in einem Seminarvortrag vorzustellen. Sie beherrschen die Informationsrecherche in der Literatur und im Internet sowie die Aufbereitung der Informationen zu einer Präsentation. Sie können, die behandelten Themen zielgruppengerecht darstellen und didaktisch gestalten.			WP	3/120	3 LP	
<b>Voraussetzung:</b> erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik						
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>	<b>Nachgewiesene LP</b>		
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur Atmosphärenphysik II	Themen aus der aktuellen Forschung und deren Präsentation. Konkrete Themen sind zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage</li> <li>• Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation</li> <li>• Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweitemestrig)</li> <li>• Messtechniken in der Atmosphärenphysik</li> <li>• Atmosphärischer Strahlungstransport</li> <li>• Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten</li> </ul>	P	Seminar	2	3 LP

APS3 Seminar zur Atmosphärenphysik III						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en sind in der Lage sich mit einem ausgewählten Thema der Atmosphärenphysik zu befassen und dieses in einem Seminarvortrag vorzustellen. Sie beherrschen die Informationsrecherche in der Literatur und im Internet sowie die Aufbereitung der Informationen zu einer Präsentation. Sie können, die behandelten Themen zielgruppengerecht darstellen und didaktisch gestalten.			WP	3/120	3 LP	
<b>Voraussetzung:</b> erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik						
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>	<b>Nachgewiesene LP</b>		
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	3 LP		
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur Atmosphärenphysik III	Themen aus der aktuellen Forschung und deren Präsentation	P	Seminar	2	3 LP

<b>APML Atmosphärenforschung - Methoden</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die neuesten Ergebnisse und Erkenntnisse aus Publikation in Fachzeitschriften zu Methoden der Atmosphärenforschung.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Methodenerkenntnis und Ergebnisdarstellung in der Geophysik I	Beschäftigung mit aktueller Forschung anhand der neuesten Originalveröffentlichungen, von Konferenzberichten, von Workshops u.Ä.	P	Seminar	2	3 LP
b	II Methodenerkenntnis und Ergebnisdarstellung in der Geophysik II	Beschäftigung mit aktueller Forschung anhand der neuesten Originalveröffentlichungen, von Konferenzberichten, von Workshops u.Ä.	P	Seminar	2	3 LP

APPK Atmosphärenforschung - Projekte						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en sind in der Lage wissenschaftliche Projekte in der Atmosphärenforschung zu planen, dokumentieren und durchführen und das eigene Handeln kritisch zu hinterfragen.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Projektplanung und Kontrolle I	Konkrete Planung und Durchführung von Forschungsprojekten, Erstellung von Zeit-, Einsatz-, und Kostenplänen, Berichtswesen	P	Seminar	2	3 LP
b	II Projektplanung und Kontrolle II	Konkrete Planung und Durchführung von Forschungsprojekten, Erstellung von Zeit-, Einsatz-, und Kostenplänen, Berichtswesen	P	Seminar	2	3 LP

<b>APMM Atmosphärenforschung - Modellierungen</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen verschiedene Modelle der dynamisch/chemischen Vorgänge in der Atmosphäre und wissen mit Hilfe von Messdaten die Modelle zur Vorhersage von Atmosphärenvorgänge zu nutzen. Sie sind in der Lage die benötigte Software zu entwickeln bzw. weiter zu entwickeln, zu dokumentieren und zu nutzen.			WP	9/120	9 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		9 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>
a	I Kolloquium zur Modellierung von Atmosphärenvorgängen I	Einführung in die Modellierung physikalischer und chemischer Prozesse der Atmosphäre, Anwendung von globalen 1-D / 3-D Modellen, Vergleiche mit Messdaten		P	Seminar	3
b	II Kolloquium zur Modellierung von Atmosphärenvorgängen II	Einführung in die Modellierung physikalischer und chemischer Prozesse der Atmosphäre, Anwendung von globalen 1-D / 3-D Modellen, Vergleiche mit Messdaten		P	Seminar	3
						4 LP

CDA Chemie und Dynamik der Atmosphäre						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen hochmoderne Messtechniken, die zum aktuellen Stand der Forschung an einem Forschungsinstitut gehören.			WP	6/120	6 LP	
<b>Voraussetzung:</b> erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik						
<b>Bemerkung:</b> Diese Veranstaltung ist ein Kompaktkurs, der am Forschungszentrum Jülich durchgeführt wird. Die Studierenden sollen einen Überblick gewinnen über die verschiedenen Aspekte der Atmosphärenphysik und Atmosphärenchemie und sich die Grundlagen aus angrenzenden Wissensbereichen erarbeiten, um Verständnis für interdisziplinäre Fragestellungen zu erwerben.						
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>
a	I Kompaktkurs Atmosphärische Chemie und Dynamik	Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre, Gasphasenchemie der Troposphäre, Aerosole, Isotope Stratosphärenchemie, Fernerkundungsmethoden und Ergebnisse, Transporte und deren Zusammenwirken mit der Chemie, Globale Veränderungen, Modellierungen		P	Vorlesung	3
b	II Übungen zum Kompaktkurs Atmosphärische Chemie und Dynamik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.		P	Übung	1
						3 LP

<b>APEM Atmosphärenforschung - Messungen</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen moderne Meßtechniken, die an der Grenze der heutigen experimentellen Möglichkeiten liegen, sie besitzen tiefgehende Kenntnisse in den Bereichen Elektronik, Vakuumtechnik, Kryotechnik und Gasanalyseverfahren. Sie sind in der Lage mit entsprechenden Apparaturen professionell umzugehen.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Kolloquium zu Atmosphärenerkundungsmethoden I	Einführung in moderne Messtechniken, deren Auslegung und Anwendung	P	Seminar	3	3 LP
b	II Kolloquium zu Atmosphärenerkundungsmethoden II	Einführung in moderne Messtechniken, deren Auslegung und Anwendung	P	Seminar	3	3 LP

<b>APDV Atmosphärenforschung - Datenverarbeitung</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die gängigen Datenverarbeitungsmethoden zur Aufbereitung, Darstellung, Speicherung von Messdaten auf der Basis konkreter Projekte.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Kolloquium zur Datenverarbeitung von globalen und lokalen Messdaten I	Einführung in moderne Datenverarbeitungsmethoden, Auswertung von Messdaten, deren Darstellung und Archivierung	P	Seminar	3	3 LP
b	II Kolloquium zur Datenverarbeitung von globalen und lokalen Messdaten II	Einführung in moderne Datenverarbeitungsmethoden, Auswertung von Messdaten, deren Darstellung und Archivierung	P	Seminar	3	3 LP

## Schwerpunkt Kondensierte Materie

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Schwerpunkt Kondensierte Materie über folgende Qualifikationen:

### Fachliche Qualifikationen:

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in speziellen Teilgebieten der Kondensierten Materie,
- sie können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

### Schlüsselqualifikationen:

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen
- sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln.

DBV Digitale Bildverarbeitung in der Medizinischen Physik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen und Anwendungen der Bildverarbeitung in der Medizinischen Physik und sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu verwenden.			WP	4/120	4 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	45 min. Dauer	Modulteil(e) a		3 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	Modulteil(e) a		3 LP	
unbenotete Studienleistung	Präsentation mit Kolloquium	-	Modulteil(e) b		1 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Digitale Bildverarbeitung in der medizinischen Physik		P	Vorlesung	2	3 LP
Hierarchie der Bildverarbeitungsoperationen, Digitalisierung von Bilddaten, Distanzmaße, Rasterung, mathematisches Modell für digitale, quantisierte Bilder, Charakterisierung digitaler Bilder, Entropie, allgemeine Skalierungsfunktion, Operationen im Ortsbereich, Differenzoperatoren, Operatoren bei logischen Bildern, Medianfilter, Operationen im Ortsfrequenzraum, Digitale Filterung, diskrete, zweidimensionale Fouriertransformation, Modifikation der Ortskoordinaten, Vergrößerung, Verkleinerung, kubische Faltung, generalisierte lineare geometrische Transformationen, Interpolation nach Polynomen, Operationen mit mehrkanaligen und Zeitreihenbildern, die Hauptkomponententransformation, Einführung in Segmentationsverfahren, Grundlagen der numerischen Klassifikation						

<b>(Fortsetzung)</b>					
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
b	II Übung Digitale Bildverarbeitung in der medizinischen Physik	P	Übung	1	1 LP

BGV1 Bildgebende Verfahren 1						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen und Anwendungen der Bildgebung mittels Röntgenstrahlung (und Ultraschall) in der Medizin mit Ausblick auf andere Einsatzgebiete in Wissenschaft und Technik. Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu nutzen.			WP	4/120	4 LP	
<b>Bemerkung:</b> Das Modul steht in inhaltlichem Zusammenhang zu den Modulen Bildgebende Verfahren 2 und 3. Zur Vorbereitung und Ergänzung vermittelt das Modul „Messtechnik und Signalverarbeitung“ die zum Verständnis moderner bildgebender Messverfahren erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik.						
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	45 min. Dauer	Modulteil(e) a		3 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	Modulteil(e) a		3 LP	
unbenotete Studienleistung	Präsentation mit Kolloquium	-	Modulteil(e) b		1 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>	
a I Bildgebende Verfahren 1: Röntgenbildgebung	Beschreibung und Verarbeitung digitaler Bilder, Ortsfrequenzraum, Sampling, Histogrammtransformationen Erzeugung von Röntgenstrahlung, Röntgenröhren, Wechselwirkung von Röntgen- und Gammastrahlen mit Materie / biologischem Gewebe, Detektoren für Röntgen- und Gammaquanten, analoge und digitale Bildaufnehmer und -verstärker für Röntgenstrahlung, Methoden der Röntgenbildgebung, Kontrast, Empfindlichkeit (Messzeit, Quantenrauschen) und Ortsauflösung, Unschärfen, Punktbildfunktion, Modulationsübertragungsfunktion, Schichtbildverfahren, Computertomographie, Doppelenergiemethoden, Angiographie, Röntgenstreutomographie und ortsaufgelöste Materialbestimmung, biologische Strahlenwirkung und Strahlenschutz, Ultraschallbildgebung (Physikalische Grundlagen, Methoden, technische Komponenten)	P	Vorlesung	2	3 LP	
b II Übung Bildgebende Verfahren 1: Röntgenbildgebung	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	1 LP	

BGV2 Bildgebende Verfahren 2							
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>				<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen und Anwendungen der Bildgebung mittels Magnetresonanztomographie (Medizinische Physik). Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu nutzen.				WP	4/120	4 LP	
<b>Bemerkung:</b> Das Modul steht in inhaltlichem Zusammenhang zu den Modulen Bildgebende Verfahren 1 und 3. Zur Vorbereitung und Ergänzung vermittelt das Modul „Messtechnik und Signalverarbeitung“ die zum Verständnis moderner bildgebender Messverfahren erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik.							
<b>Nachweise</b>				<b>Nachweis für</b>	<b>Nachgewiesene LP</b>		
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	45 min. Dauer	Modulteil(e) a	3 LP		
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	Modulteil(e) a	3 LP		
unbenotete Studienleistung		Präsentation mit Kolloquium	-	Modulteil(e) b	1 LP		
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.							
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Bildgebende Verfahren 2: Magnetresonanztomographie	Physikalische Grundlagen der Kernspinresonanz, Blochgleichungen, Pulsmethoden und Relaxation, Fourier-Transform NMR, Magnetresonanztomographie, Ortskodierung, k-Raum, Rekonstruktionsverfahren, Pulssequenzen, technische Komponenten, Messung von Perfusion und Diffusion, Angiographie, „schnelle“ MRT-Bildgebungsverfahren, Messung dynamischer Vorgänge, Funktionelle MRT-Bildgebung, in-vivo MR-Spektroskopie, Wirkung der elektromagnetischen Felder auf den Organismus		P	Vorlesung	2	3 LP
b	II Übung Bildgebende Verfahren 2: Magnetresonanztomographie	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.		P	Übung	1	1 LP

BGV3 Bildgebende Verfahren 3						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>				<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>
Die Absolvent(inn)en kennen die Verfahren der nuklear medizinischen Bildgebung (Medizinische Physik). Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu nutzen.				WP	4/120	4 LP
<b>Bemerkung:</b> Das Modul steht in inhaltlichem Zusammenhang zu den Modulen Bildgebende Verfahren 1 und 2. Zur Vorbereitung und Ergänzung vermittelt das Modul „Messtechnik und Signalverarbeitung“ die zum Verständnis moderner bildgebender Messverfahren erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik.						
<b>Nachweise</b>				<b>Nachweis für</b>	<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	45 min. Dauer	Modulteil(e) a	3 LP	
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	Modulteil(e) a	3 LP	
unbenotete Studienleistung		Präsentation mit Kolloquium	-	Modulteil(e) b	1 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>
a	I Bildgebende Verfahren 3: Positronen-Emissionstomographie	Einführung in die nuklearmedizinische Bildgebung, Teilchendetektoren in der Medizin, Tomographie, Kategorien tomographischer Verfahren, Emissionstomographie, Bildgebung mit radioaktiven Isotopen, Strahlkollimation: physikalisch und elektronisch, Berechnung von Basisparametern für Kollimatoren, Rekonstruktion medizinischer Bilder aus Projektionen, Erzeugung der Radionuklide für die PET, Berechnung physiologischer Parameter im Rahmen von Kompartiment-Modellen, Multimodale Bildgebung mit PET, CT, SPECT und MRT, Bildregistrierung multimodaler medizinischer Bilder		P	Vorlesung	2
b	II Übung Bildgebende Verfahren 3: Positronen-Emissionstomographie	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.		P	Übung	1
						1 LP

ERP Experimentelle Röntgenphysik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en kennen moderne Röntgen-Experimentiertechniken, insbesondere auch die Verwendung von Synchrotronstrahlung. Sie haben einen Überblick über Strukturuntersuchungen zur Materialentwicklung und in-situ Charakterisierung und kennen die relevanten Strahlenschutzaspekte. Die Darstellung der verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien soll eine wissenschaftliche Mitarbeit an Forschungsprojekten zur Materialforschung ermöglichen.			WP	4/120	4 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		4 LP	
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Röntgenphysik	Röntgen-Quellen: Röntgenröhren und Synchrotronstrahlung (Erzeugung, Eigenschaften, Charakterisierung). Monochromatoren, Röntgen-Spiegel, Detektoren, Datenerfassung, Datenanalyse. Röntgenbeugung - Verfeinerungsverfahren (u.a. Rietveld), Kleinwinkelstreuung. Spannungs- und Texturanalyse, Größenbestimmung. Dünnschichtverfahren: Beugung, Reflektometrie, Streuung bei Streifendem Einfall. Oberflächenröntgenbeugung, anomale Dispersion, Röntgenmikroskopie, Tomographie. Synchrotron-gebundene Methoden: Röntgenabsorptionsspektroskopie, Zirkulardichroismus, magnetooptische Effekte, stehende Röntgenwellenfelder, spektroskopische Tomographie. Anwendung der Methoden auf moderne Materialien und aktuelle Problemstellungen in Forschung und Technik.	P	Vorlesung	3	3 LP
b	II Physikalische Grundlagen des Strahlenschutzes	Ionisierende Strahlung, Dosisbegriffe, Messung ionisierender Strahlung. Wechselwirkung mit Gewebe, biologische Strahlenwirkung, Wechselwirkung mit der DNS, Primär- und Sekundärprozesse (chemische/biochemische Veränderungen). Deterministische/Stochastische Strahlenschäden, Simulation der Strahlenschädigung. Grundlagen der rechtlichen Bestimmungen und deren Umsetzung.	P	Vorlesung	1	1 LP

<b>SAFM Synthese und Analytik funktionaler Materialschichten</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en haben einen Überblick moderner Herstellungsverfahren für dünne Schichten und strukturierte Filme sowie adäquater hochauflösender Abbildungs- und spektraler Analyseverfahren.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>

(Fortsetzung)		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten						
a	I Synthese funktionaler Materialschichten	<p>1. Moderne Syntheseverfahren für dünne Schichten und strukturierte Filme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reale Substratoberflächen und Interfaces, Adhäsion, Kontamination, Vakuum</li> <li>- Polier- und Reinigungsverfahren für Substrate, elektrochemische Beschichtungsverfahren, Benetzung</li> <li>- Flamm- und Plasmasprizen, Lichtbogenbeschichtung, gepulste Laser-Ablation</li> <li>- DC- und Magnetron-Sputtern von Metallen, RF- und Ionen-Sputtern von Isolatoren</li> <li>- physikalische u. chemische Dampfphasenabscheidung, Ionenunterstützte Deposition (IBAD)</li> <li>- Druckverfahren, Photo-, X-ray- und Elektronenstrahlolithografie, Nass- und Trockenätztechniken (RIE)</li> <li>- Nanodruckverfahren, Rastersondendeposition, Selbstwachstum geordneter Nanostrukturen</li> <li>- Polykristalline, texturierte und epitaktische Schichten, Übergitter, Oberflächenpassivierung</li> </ul> <p>2. Anwendungen funktioneller Materialschichten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Korrosions- und Verschleisschutzschichten, tribologische Schichten, diamantähnliche Schichten</li> <li>- Li-Ionenbatterien: Interkalationsphänomene in Übergangsmetallverbindungen, Superkondensatoren</li> <li>- Feldemission aus metall. Spitzen u. Nioboberflächen, Fowler-Nordheim-Theorie u. Überhöhungsmodelle</li> <li>- Si-Spitzenanordnungen, Kohlenstoff-Nanoröhren u. metallische Nanodrähte für kalte FE- Kathoden</li> <li>- III-V-Halbleiter und ternäre Verbindungen für Leuchtdioden, Optoelektronik und Photovoltaik</li> </ul>	P	Vorlesung	2	3 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b II Analytik funktionaler Materialschichten	<p>1. Moderne Abbildungs- und Analyseverfahren von Materialschichten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optische, UV- und X-ray-Mikroskopie, Interferometrie und Profilometrie, Ellipsometrie</li> <li>- Elektronenmikroskopie (SEM, TEM) und Elektronenbeugung (EBSD, LEED und RHEED)</li> <li>- optische Nahfeldmikroskopie (SNOM), atomar auflösende Scanning-Verfahren (TAP, STM, AFM etc.)</li> <li>- Massenspektroskopie (incl. TOF), Sekundärionen- und Neutral-Massenspektroskopie (SIMS/SNMS)</li> <li>- Röntgenbeugung (XRD), Rutherford/Ionen-Rückstreuung (RBS) und Channeling</li> <li>- Fourier-transf. IR-Spektroskopie (FTIR), Raman-Streuung</li> <li>- Optische Emission (GDOES), UV- und X-ray-Photoemission (UPS/XPS)</li> <li>- Augerelektronen- (AES), Energieverlustspektroskopie (EELS)</li> <li>- Energiedispersive X-ray Analyse (EDX), Photolumineszenz- und Fluoreszenz-Spektroskopie (PLS)</li> <li>- X-ray Reflektions- und Absorptions-Spektroskopie (XAS, EXAFS, XANES)</li> </ul> <p>2. Anwendungen von Materialschichten in Hoch- und Nanotechnologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tief- und Hochtemperatur-Supraleiterschichten für Hohlraumresonatoren und planare Mikrowellenfilter</li> <li>- Magnetische Filme für schnelle Datenaufnahme und hochdichte Datenspeicherung</li> <li>- Quantendrähte und Quantenpunkte für Photonik und Einzelelektronenbauteile</li> </ul>	P	Vorlesung	2	3 LP

SEFO Seminar experimentelle Festkörper- und Oberflächenphysik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en besitzen einen Überblick über fortgeschrittene Themen zur experimentellen Festkörperphysik und sind in der Lage selbstständig über ein vorgegebenes Thema aus der aktuellen Forschung im Schwerpunkt Kondensierte Materie eine Präsentation zu gestalten und ihr Wissen verständlich zu präsentieren.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur experimentellen Festkörperphysik I	Experimentelle Methoden und physikalische Probleme an Beispielen aus der aktuellen Forschungsliteratur	P	Seminar	1	3 LP
b	II Seminar zur experimentellen Festkörperphysik II	Experimentelle Methoden zu aktuellen Forschungsthemen im Schwerpunkt Kondensierte Materie	P	Seminar	2	3 LP

VTT Vielteilchentheorien						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen fortgeschrittene Phänomene der Festkörperphysik, die sich nicht durch Einteilchenmodelle beschreiben lassen. Sie sind in der Lage die auftretenden Wechselwirkungen von Phononen und Elektronen durch graphische Störungstheorie zu beschreiben und zu berechnen.			WP	9/120	9 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		9 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		9 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Vielteilchentheorie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besetzungszahldarstellung</li> <li>- Mikroskopische elektronische Modelle der Festkörperphysik</li> <li>- Greensche Funktionen und Störungsrechnung</li> <li>- Feynman-Diagramme</li> <li>- Physikalische Anwendungen der Störungsrechnung</li> <li>- Lineare Antworttheorie</li> </ul>	P	Vorlesung	4	6 LP
b	II Übung Vielteilchentheorie	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

<b>SFT Statistische Feldtheorie</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die Phänomenologie der Phasenübergänge und Kritikalität von Gitter- und Kontinuumsmodellen. Systematisierung des Spektrums der kritischen Exponenten und Herleitung von Skalenargumenten mittels der Renormierungsgruppe und speziell im zweidimensionalen Fall durch die Konforme Invarianz. Sie beherrschen Rechentechniken wie renormierungsgruppenverbesserte Störungstheorie und Integrierbarkeit von niedrigdimensionalen Systemen.			WP	9/120	9 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		9 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		9 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Statistische Feldtheorie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kritische Phänomene</li> <li>- Renormierungsgruppe</li> <li>- Konforme Invarianz und Feldtheorie</li> <li>- Finite-Size-Scaling</li> <li>- Zwei-dimensionales Ising-Modell</li> <li>- Nichtlineares Sigma-Modell</li> <li>- Thermodynamik exakt lösbarer Vertexmodelle</li> <li>- Stochastische Systeme</li> <li>- Random-Walk und Brownsche Bewegung</li> </ul>	P	Vorlesung	4	6 LP
b	II Übung Statistische Feldtheorie	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

ELV Exakt lösbar Vielteilchenmodelle						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en kennen die klassische Ergebnisse zu exakt gelösten Modellen der Statistischen Physik und Vielteilchenphysik. Sie können die erworbenen Kenntnisse der Konzepte und Methoden zur Berechnung der physikalischen Eigenschaften integrierbarer Modelle insbesondere der Thermodynamik und der kritischen Exponenten an Phasenübergängen eigenständig berechnen und auf verwandte Probleme übertragen.			WP	6/120	6 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Exakt lösbar Vielteilchenmodelle		P	Vorlesung	2	3 LP
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exakt lösbar mikroskopische Modelle der Festkörperphysik</li> <li>- Die Bethe'sche Lösung der Heisenbergkette oder verwandte Modelle</li> <li>- Stringhypothese und Takahashi's Gleichungen</li> <li>- Der thermodynamische Bethe-Ansatz für die Heisenbergkette</li> <li>- Der algebraische Zugang zu exakt lösbar Quantensystemen</li> <li>- Aktuelle Modelle aus dem Bereich der Statistischen Mechanik</li> </ul>					
b	II Übung Exakt lösbar Vielteilchenmodelle		P	Übung	2	3 LP
	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.					

<b>SELM Seminar zu Exakt lösbare Modelle</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en besitzen einen Überblick über fortgeschrittene Themen zur allgemeinen Problemen der Exakt lösbaren Modelle und sind in der Lage selbstständig über ein vorgegebenes Thema aus der aktuellen Forschung eine Präsentation zu gestalten und ihr Wissen verständlich zu präsentieren.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zu exakt lösbaren Modellen	Methoden der Exakt lösbaren Modelle	P	Seminar	2	3 LP
b	II Seminar zu Darstellungstheorie und Anwendungen in der Physik	Mathematische Grundlagen der Darstellungstheorie Exakt lösbarer Modelle	P	Seminar	2	3 LP

SSP Seminar zur Statistischen Physik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en besitzen einen Überblick über fortgeschrittene Themen zur allgemeinen Problemen der Statistischen Mechanik und sind in der Lage selbstständig über ein vorgegebenes Thema aus der aktuellen Forschung im Schwerpunkt Kondensierte Materie eine Präsentation zu gestalten und ihr Wissen verständlich zu präsentieren.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur Statistischen Physik	Modelle und Methoden der Statistischen Mechanik und Statistischen Feldtheorie, sowie Anwendungen in der Festkörperphysik	P	Seminar	2	3 LP

<b>SMwM Statistische Mechanik weicher Materie</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die theoretischen Grundlagen zum Aufbau moderner Werkstoffe, insbesondere auf der Basis von Polymeren. Sie besitzen eine vertiefte Kenntnis in der Elastizitätstheorie und können die Finiten-Elemente-Methode auf physikalische Probleme der Materialforschung anwenden.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Statistische Mechanik weicher Materie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polymere und Biopolymere</li> <li>- Dielektrische und magnetische Phänomene</li> <li>- Fluktuationsphänomene</li> <li>- Phasen und Phasenübergänge</li> <li>- Irreversible Thermodynamik</li> <li>- Einführung in die Elastizitätstheorie</li> </ul>	P	Vorlesung	3	3 LP
b	II Übung Statistische Mechanik weicher Materie	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	3 LP

<b>NMvM Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen ausgesucht industrierelevante numerische Konzepte bzw. Techniken und sind in der Lage diese auf konkrete Probleme der Materialforschung anzuwenden.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>	
a	I Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie	P	Vorlesung	3	3 LP	
	- Einführung in die Quantenmechanik von Molekülen - Empirische Kraftfelder und molekulare Mechanik - Molekulardynamik-Simulationsmethoden - Monte Carlo-Simulationsmethoden - Einführung in Finite Elemente-Methoden					
b	II Übung Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie	P	Übung	1	3 LP	
	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.					

<b>AMwM Anwendungen und Methoden der Computersimulation weicher kondensierter Materie</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die theoretischen und numerischen Konzepte, die den Einstieg in die materialwissenschaftliche Forschungs- und Entwicklungsabteilung der einschlägigen Industrien ermöglichen. Dabei werden besonders die Kenntnisse und Fähigkeiten hervorgehoben, die im Modul NMwM erworben wurden.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Anwendungen und Methoden der Computersimulation weicher kondensierter Materie	Die Teilnehmer sollen über ausgesuchte grundlegende sowie wichtige neue wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Bereich Computersimulation weicher kondensierter Materie vortragen.	P	Seminar	2	3 LP

SPC Stochastische Prozesse						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen nicht deterministische Systeme und die Nichtgleichgewichtsdynamik Stochastischer Prozesse. Sie kennen die wichtigsten stochastischen Modelle und deren Anwendbarkeit in der Physik.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		3 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Stochastische Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zufallsvariable und Verteilungen</li> <li>- Klassifikation stochastischer Prozesse in diskreter und kontinuierlicher Zeit</li> <li>- Markovprozesse und Fokker-Planck-Gleichung</li> <li>- Eigenschaften und Lösungen der Fokker-Planck-Gleichung</li> <li>- Nichtmarkovische Prozesse und langreichweitige Korrelationen</li> </ul>	P	Vorlesung/ Übung	2	3 LP

<b>NDC Nichtlineare Dynamik und Chaos</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die grundlegenden Eigenschaften nicht-deterministischer Systeme und Chaos und kennen den Unterschied sowohl auf mathematischer als auch auf physikalischer Seite, der sich durch die Beschreibung nichtlinearer Gleichungen ergibt. Sie haben einen Überblick der wichtigsten nichtlinearen Modelle und deren Eigenschaften.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		3 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Nichtlineare Dynamik und Chaos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamische Systeme in diskreter und kontinuierlicher Zeit</li> <li>- Lineare Stabilitätsanalyse und Bifurkationen</li> <li>- Routen ins Chaos</li> <li>- Informationstheoretischer Zugang zu chaotischen Systemen</li> <li>- Thermodynamischer Formalismus</li> </ul>	P	Seminar	2	3 LP

## Schwerpunkt Teilchenphysik

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Schwerpunkt Teilchenphysik über folgende Qualifikationen:

### Fachliche Qualifikationen:

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in speziellen Teilgebieten der Kondensierten Materie,
- sie können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

### Schlüsselqualifikationen:

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen,
- sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln.

STEP Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en besitzen vertiefte Kenntnisse zu speziellen Themen der Elementarteilchenphysik. Der jeweilige Themenkreis wird im Wechselauf aktuelle Fragestellungen angepasst.			WP	4/120	4 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		4 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		4 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a I Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik	Vorlesung zu wechselnden Themenkreisen aus der Elementarteilchenphysik, z.B. - Physik des Higgs-Bosons, Top-Quarks, ... - Supersymmetrie - Physik der Beschleuniger - Rechenmethoden der Feldtheorie - Verknüpfung zwischen Kosmologie und Elementarteilchenphysik		P	Vorlesung	2	2 LP
b II Übung Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.		P	Übung	1	2 LP

STTA Spezielle Themen der Teilchenastrophysik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Studierenden haben bereits Grundkenntnisse in der Teilchenastrophysik erworben. Diese Lehrveranstaltung dient der Vertiefung in ausgewählten Themenkreisen und führt die Studierenden an aktuelle experimentelle und theoretische Fragestellungen. Wechselseitige Implikationen verschiedener Bereiche der Astroteilchenphysik werden beleuchtet. Die Studierenden sind mit dem aktuellen Stand der Forschung vertraut und in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse und Veröffentlichungen einzuordnen.			WP	4/120	4 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		4 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		4 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Spezielle Themen der Teilchenastrophysik	Vorlesung zu wechselnden Themenkreisen aus der Teilchenastrophysik, z.B.: Neutrinoastrophysik, Neutrinoastronomie, Physik der höchstenergetischen kosmischen Strahlung, Detektoren der Teilchenastrophysik, Dunkle Materie	P	Vorlesung	2	2 LP
b	II Übung Spezielle Themen der Teilchenastrophysik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	2 LP

<b>SMT P Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen Eigenschaften und Grundlagen des Standardmodells			WP	9/120	9 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		9 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		9 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Vorlesung zum Standardmodell	Grundlagen und Eigenschaften des Standardmodells	P	Vorlesung	4	6 LP
b	II Übungen zur Vorlesung zum Standardmodell	Die Inhalte aus der Vorlesung werden an konkreten Beispielen geübt.	P	Übung	2	3 LP

QFT Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik							
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>		
Die Absolvent(inn)en kennen die Methoden und Techniken in der Quantenfeldtheorie. Sie können Probleme in der Teilchenphysik im Lagrangeformalismus formulieren und auch berechnen und sind in der Lage computergestützten Berechnungen zu erstellen.			WP	6/120	6 LP		
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>		
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik	Vorlesungsreihe zu wechselnden Themen aus der modernen Quantenfeldtheorie: Regularisierungsmethoden: Lattice, Dimensionale Regularisierung Pfadintegrale: Quantisierung und Monte-Carlo-Simulationen Renormierung und Renormierungsgruppe Störungstheorie: höhere Ordnungen, algebraische Integrationsmethoden		P	Vorlesung	2	3 LP
b	II Übung Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.		P	Übung	1	3 LP

TPWR Weltweit verteiltes Rechnen						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en können Strategien und die verwendeten Netzwerkprotokolle in einem weltweiten Rechnerverbund benennen und näher erläutern. Die Studierenden können die Middleware des weltweiten Rechnernetzes anwenden und einfache Softwarekomponenten selbstständig entwickeln. Sie sind in der Lage, Lösungsstrategien für die Verarbeitung großer Datenmengen in einem weltweiten Rechenverbund zu entwickeln und vorzustellen.			WP	4/120	4 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		4 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Weltweit verteiltes Rechnen	Strategien und Methoden des weltweit verteilten Rechnens, aktuelle Probleme bei der Weiterentwicklung der Middleware und bei ihrer Anwendung in der Teilchenphysik.	P	Vorlesung	2	2 LP
b	II Übung Weltweit verteiltes Rechnen	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	2 LP

TPDP Detectors and Methods in Particle and Astroparticle Physics						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en können die physikalischen Prinzipien und Bauelemente von Teilchenbeschleunigern benennen und erläutern. Sie sind in der Lage einfache Rechnungen der linearen Strahlphysik auszuführen. Die Studierenden können die Wechselwirkungen von Teilchenstrahlung verschiedener Art mit Materie in detaillierter Form beschreiben und den Zusammenhang zu Techniken, Methoden und Bauelementen moderner Detektoren und Experimente in der Teilchen- und Teilchenastrophysik herstellen. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage die Möglichkeiten und Probleme unterschiedlicher Detektortypen zu diskutieren. Sie können den Einsatz und das Zusammenspiel von Detektoren in Großexperimenten präzise erläutern.			WP	6/120	6 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		6 LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Detector Physics	Wechselwirkung von Teilchen mit Materie, Schauer, Impuls- und Spurmessung, Spurdetektoren (Gaskammern, Halbleiterdetektoren, Zeitmessung, Energiemessung (Kalorimeter), Teilchenidentifikation, Experimente der Teilchen und Astro-Teilchen-Physik, Instrumentation, Daten-Akquisition	P	Vorlesung	3	3 LP
b	II Übung Detector Physics	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	3 LP

PHK Physik der Hadronen und Kerne						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Basierend auf den Grundlagen der Hadronen- und Kernphysik werden in der Vorlesung zentrale Themen verschiedener Reaktionsmechanismen in der Mittelenergiephysik (bis einige GeV) aufgegriffen. Die Absolvent(inn)en erwerben vertiefte Kompetenzen der theoretischen und experimentellen Aspekte des Teilchentransports und der physikalischen Grundlagen der zugrundeliegenden Prozesse. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage nukleare Daten und Methoden zur Monte-Carlo Simulation komplexer Transport-Phänomene in Modellen umzusetzen.			WP	5/120	5 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-		ganzes Modul	5 LP
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Physik der Hadronen und Kerne - Reaktionsmechanismen in der Mittelenergiephysik	Experimentelle Daten und Wirkungsquerschnitte in Nukleon-Nukleon und Nukleon-Kern Wechselwirkungen, Proton-, Antiproton-, Ionen- und Meson-induzierte Anregung und Zerfall heißer Materie, Reaktionsmechanismen Spallation, Verdampfung, Multifragmentation/Fragmentation, Spaltung und Vaporisation, Zustandsgleichung, Temperatur, Anregungsenergie, Hadron-, Meson-, Lepton-Transport, Schauerentwicklung beim Durchgang durch Materie, Vorstellung neuer experimenteller Techniken, Anwendung moderner Simulationsmethoden und 3D Teilchentransportmodelle (GEANT4,...). Nach Absprache kann eine Besichtigung des Proton/Deuteron Beschleunigers COSY (Cooler Synchrontron) in Jülich sowie dort aufgebauter interner und externer Experimente angeboten werden.	P	Vorlesung	2	2 LP
b	II Übung Physik der Hadronen und Kerne - Reaktionsmechanismen in der Mittelenergiephysik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	3 LP

SDT Seminar zu Detektoren der Teilchenphysik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Vertiefung der Kenntnisse in der Teilchenphysik und ihren Techniken. Verständnis aktueller Fragestellungen und Methoden insbesondere zur Vorbereitung und im Umfeld der Masterarbeit. Weitgehend selbstständige Einarbeitung in Fragestellungen der Teilchenphysik. Darstellung physikalischer Sachverhalte, Experimente und Detektoren für Experten.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zu Detektoren der Teilchenphysik	Experimentelle Methoden und physikalische Probleme bei der Entwicklung und Anwendung von Detektoren und Detektorelementen in der Teilchenphysik	WP	Seminar	2	3 LP

STP Seminar zur Teilchenphysik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Studierenden sind fähig, sich selbstständig in spezielle, zum Teil für sie unvertraute Themen aus der Elementar- oder Astroteilchenphysik einzuarbeiten und verständlich darüber vorzutragen. Sie beherrschen den Umgang mit zeitgemäßen Präsentationsmedien.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Hauptseminar zur Teilchenphysik	Behandlung theoretischer und experimenteller Fragen der Teilchenphysik (obligatorisch für alle Studierenden des Schwerpunktes Teilchenphysik)	P	Seminar	2	3 LP

<b>STB Seminar zur Teilchenphysik an Beschleunigern</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen Teilchenphysik an Beschleunigern und ihren Techniken. Sie verstehen aktuelle Fragestellungen und Methoden insbesondere zur Vorbereitung und im Umfeld der Masterarbeit. Weitgehend selbstständige Einarbeitung in Fragestellungen der Teilchenphysik. Darstellung physikalischer Sachverhalte, Experimente und Detektoren für Experten.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>
a	I Seminar zur Teilchenphysik an Beschleunigern	Experimentelle und theoretische Probleme bei der Durchführung und Analyse von Experimenten der Teilchenphysik an Beschleunigern		WP	Seminar	2
						3 LP

<b>SPPS Seminar zur Physik der Proton-(Anti)Proton Stöße</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die Teilchenphysik der Proton-(Anti)Proton Stößen und ihren Techniken. Sie verstehen aktuelle Fragestellungen und Methoden insbesondere zur Vorbereitung und im Umfeld der Masterarbeit. Weitgehend selbstständige Einarbeitung in Fragestellungen der Teilchenphysik.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur Physik der Proton-(Anti)Proton Stöße	Experimentelle Methoden und physikalische Probleme der Physik an pp und ppbar Collidernan Beispielen aus der aktuellen Forschung	WP	Seminar	2	3 LP

<b>SETA Seminar zu Experimenten der Teilchenastrophysik</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die spezielle Probleme und Methoden der Teilchenastrophysik und den aktuellen Stand der Forschung insbesondere auch im Umfeld der Master-Arbeit.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur Experimenten der Teilchenastrophysik	Experimentelle und Theoretische Aspekte bei der Durchführung und Analyse von Teilchen-astrophysikalischen Experimenten	P	Seminar	2	3 LP

SNP Seminar zur Neutrinophysik						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die spezielle Probleme und Methoden der Neutrinophysik und haben den aktuellen Stand der Forschung verstanden, insbesondere auch im Umfeld der Master-Arbeit.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	SNP Seminar zur Neutrinophysik	Eigenschaften von Neutrinos, Experimente zur Neutrinophysik	P	Seminar	2	3 LP

<b>SPkS Seminar zur Physik der kosmischen Strahlung</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen die spezielle Probleme und Methoden der Teilchenastrophysik und den aktuellen Stand der Forschung, insbesondere auch im Umfeld der Master-Arbeit.			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Seminar zur Physik der kosmischen Strahlung	Eigenschaften hochenergetischer kosmischer Strahlung, Propagation, Messung und Nach-weismethoden	WP	Seminar	2	3 LP

SMP Seminar zur Mittelenergiephysik							
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>		
Die Absolvent(inn)en besitzen grundlegende und auch vertiefende Kenntnisse im Bereich der Mittelenergiephysik und ihren Techniken, insbesondere auch im Umfeld der Masterarbeit.			WP	3/120	3 LP		
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>		
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	3 LP		
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Spezielle Themen der Mittelenergiephysik	zu wechselnden Themenkreisen aus der Physik der Hadronen und Kerne, z.B. - Antiwasserstoffproduktion am AD des CERN Symmetrie von Materie und Antimaterie; Produktion der Konstituenten von $H^0 \equiv (p, e^+)$ ; $H^0$ Formation; Synthese von $p$ and $e^+$ ; , Einfang und Kühlung; elektromagnetische Fallen und magnetische Flaschen; Spektroskopie von $H^0$ : ;die Suche nach schweren Anti-Elementen ( He , Li ... C ) - Konzepte, grundlegende Ideen und Möglichkeiten der Transmutation-Beschleuniger getriebene Systeme (ADS) zur Transmutation langlebiger Isotoperadioactiven Abfalls;; kernphysikalische Experimente zur Bestimmung relevanter Wirkungsquerschnitte und Datenbibliotheken; Neutronenproduktion induziert durch hochenergetische geladene Teilchen; Spallation; Neutroneneinfangwahrscheinlichkeit; Resonanzen; ADS und unterkritische „energy-amplifiers“ ;		P	Seminar	2	3 LP

<b>STPM Seminar zur Teilchenphänomenologie</b>					
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>
Die Absolvent(inn)en kennen Methoden in der Theoretischen Teilchenphysik der aktuellen Forschung insbesondere im Umfeld der Master-Arbeit.			WP	3/120	3 LP
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	3 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>
a	I Seminar zur Teilchenphänomenologie	Konzepte der modernen Elementarteilchenphysik mit Schwerpunkten in der Lattice GaugeTheorie und der Störungstheorie, sowie deren Anwendungen		WP	Seminar
				2	3 LP

<b>VLGT Vertiefungsseminar zur Lattice Gauge Theory</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen Methoden in der Theoretischen Teilchenphysik auf dem Gitter (Lattice Gauge Theory).			WP	3/120	3 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		3 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	I Vertiefungsseminar zur Lattice Gauge Theory	Gitterfeldtheorie für skalare Felder. Schranke für das Higgs-Boson. Elektroschwache Theorie auf dem Gitter. Gitter QCD bei nichtverschwindenden Temperaturen und Dichten. Schwache Zerfälle auf dem Gitter. Algorithmen für chirale Fermionen.	WP	Seminar	2	3 LP

<b>VTP Vertiefungsseminar zur Teilchenphänomenologie</b>					
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>
Vertiefung der Kenntnisse und Methoden in der Theoretischen Teilchenphysik insbesondere im Umfeld der Master-Arbeit.			WP	3/120	3 LP
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>
Modulabschlussprüfung		Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	3 LP
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>
a	I Seminar zur Teilchenphänomenologie	Gitterfeldtheorie für skalare Felder. Schranke für das Higgs-Boson. Elektroschwache Theorie auf dem Gitter. Gitter QCD bei nichtverschwindenden Temperaturen und Dichten. Schwache Zerfälle auf dem Gitter. Algorithmen für chirale Fermionen.		WP	Seminar
				2	3 LP

## Fortgeschrittenen-Projektpraktikum

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss des Moduls Fortgeschrittenen Projektpraktikum über folgende Qualifikationen:

**Fachliche Qualifikationen:**

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden und Messtechniken,

**Schlüsselqualifikationen:**

- Sie sind in der Lage projektorientiert in einem kleinen Team zu arbeiten,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln.

FPP Fortgeschrittenen-Projektpraktikum			
Lernziele/ Kompetenzen	P / WP	Gewicht der Note	Workload
Die Absolvent(inn)en kennen typische Fragestellungen der aktuellen physikalischen Forschung in verschiedenen Bereichen der Physik und besitzen einen Überblick über in den Forschungsgruppen bearbeitete Projekte. Sie sind vorbereitet auf eine eigenständige Forschungstätigkeit und besitzen ausreichende Kenntnisse für die Auswahl eines Themas der Masterarbeit.	P	12/120	12 LP

FPP Fortgeschrittenen-Projektpraktikum (Fortsetzung)						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Es werden drei Projekte in den Forschungsgruppen der Fachgruppe, die nahe an Fragestellungen der Forschung angesiedelt sind, in 2er Gruppen durchgeführt. Folgende Projekte stehen regelmäßig zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atmosphärenphysik: Temperaturmessung in der Hochatmosphäre</li> <li>• Kondensierte Materie: Untersuchung der Feldemissionseigenschaften einer kalten Kathode, Rasterkraftmikroskopie, Kristalluntersuchung mit Röntgenbeugung, Herstellung und Charakterisierung dünner Schichten, Auger-Elektronenspektroskopie zur Elementanalyse, Röntgenstrukturanalyse</li> <li>• Kondensierte Materie: Thermodynamische Eigenschaften von Spinketten, Numerische Lösungsverfahren nichtlinearer Gleichungssysteme, Simulation von Lennard-Jones Fluiden</li> <li>• Astroteilchenphysik: Messungen mit einem Radioteleskop, Messung der kosmischen Strahlung durch Nachweis ausgedehnter Luftschauer</li> <li>• Teilchenphysik/Computing: Automatisierte Datennahme, Ereignis Selektion von Top-Quark Ereignissen mit Neuronalem Netz, Messung der Top-Quark-Masse aus der Flugstrecke von B-Hadronen, GRID, Renormierungsgruppe und große Vereinheitlichung</li> <li>• Rechnergestützte Physik: kritische Exponenten mit Monte Carlo Renormierungsgruppe, Ising-Modell, Chaos in der klassischen Mechanik, Quantenmechanik am Computer</li> <li>• Projekte zu Bildgebenden Verfahren in Industrie und Medizin</li> </ul> <p>Die Projekte sollen durch umfangreiche Protokolle dokumentiert und in einem Seminarvortrag in der Forschungsgruppe dargestellt werden. Neben Projekten in der Fachgruppe besteht die Möglichkeit, ein Praktikum in mindestens vergleichbarem Umfang an einer auswärtigen Forschungseinrichtung als Projektpraktikum anzuerkennen.</p> <p>Die Projekte müssen in verschiedenen Forschungsschwerpunkten durchgeführt werden, wobei mindestens eines aus der Experimentalphysik und eines aus der theoretischen Physik kommen muss.</p>						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Teil der Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	Modulteil(e) a	4 LP		
Teil der Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	Modulteil(e) b	4 LP		
Teil der Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	Modulteil(e) c	4 LP		
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

<b>(Fortsetzung)</b>						
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>	
a I Projektpraktikum - Experimentalphysik	Die Inhalte werden vom Betreuer des Praktikums festgelegt.	P	Praktikum	4	4 LP	
b II Projektpraktikum - Theoretische Physik	Die Inhalte werden vom Betreuer des Praktikums festgelegt.	P	Praktikum	4	4 LP	
c III Projektpraktikum - Exp. oder Theo. Physik	Die Inhalte werden vom Betreuer des Praktikums festgelegt.	P	Praktikum	4	4 LP	

## Master-Phase

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss des Moduls überfolgende Qualifikationen:

**Fachliche Qualifikationen:**

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in einem ausgewählten Gebiet der Physik.

**Schlüsselqualifikationen:**

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen
- sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme,
- sie gehen konstruktiv mit Forschungsberichten in der Literatur auch in englischer Sprache um,
- sie sind in der Lage, projektorientiert in einem Team zu arbeiten,
- sie können ihre eigenen Forschungsergebnisse verteidigen,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln,
- sie erkennen die Notwendigkeit zur stetigen Weiterbildung.

MFS Fachliche Spezialisierung						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Absolvent(inn)en kennen den aktuellen Forschungsstand im Spezialgebiet und erwerben fachliche Spezialkenntnisse.			P	0/120	15 LP	
<b>Voraussetzung:</b> Absolvierung des Masterstudiums in dem in der Prüfungsordnung spezifizierten Rahmen, empfohlen sind die vertiefenden Schwerpunktfächer.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Sammelmappe (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	15 LP		
Sammelmappe mit Begutachtung (Inhalt, Frist und Form der jeweiligen Einzelleistung wird zu Beginn vom Betreuer der Master-Arbeit festgelegt.)						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	II Fachgruppen-Seminar Physik		P	Seminar	2	3 LP
	Das Fachgruppen-Seminar der Physik ist das zentrale Seminar der Physik. Es werden aktuelle Themenbereiche der Forschung, sowie die neuesten Fortschritte aus der eigenen Fachgruppe präsentiert. Das Seminar findet in jedem Semester statt.					

<b>(Fortsetzung)</b>					
<b>Komponenten</b>	<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
b	I Fachliche Spezialisierung	P	Form nach Ankündigung	0	12 LP

<b>MMP Methodenerkenntnis und Projektplanung</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>				<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>
Die Absolvent(inn)en kennen die nötigen Methoden zur Strukturierung des vorgesehenen Forschungsprojektes der Master-Arbeit. Sie können mit wissenschaftlicher Literatur umgehen und eigenständig recherchieren.				P	15/120	15 LP
<b>Voraussetzung:</b> Absolvierung des Masterstudiums in dem in der Prüfungsordnungsspezifizierten Rahmens						
<b>Nachweise</b>				<b>Nachweis für</b>	<b>Nachgewiesene LP</b>	
Modulabschlussprüfung		Sammelmappe (uneingeschränkt)		-	ganzes Modul	15 LP
Sammelmappe mit Begutachtung (Inhalt, Frist und Form der jeweiligen Einzelleistung wird zu Beginn vom Betreuer der Master-Arbeit festgelegt.)						
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>		<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>
a	I Methodenerkenntnis und Projektplanung	Kennenlernen der speziellen Methoden des Fachgebietes, auf dem die Masterarbeit geschrieben werden soll, und Planung des in der Master-Arbeit zu bearbeitenden Forschungsprojekts. Das Modul bildet mit dem vorangegangenen Modul Fachliche Spezialisierung und der Master-Arbeit eine untrennbare Einheit und muss daher in dergleichen Arbeitsgruppe belegt werden, in der auch die Master-Arbeit geschrieben werden soll.		P	Form nach Ankündigung	0
						15 LP

<b>MA Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium</b>						
<b>Lernziele/ Kompetenzen</b>			<b>P / WP</b>	<b>Gewicht der Note</b>	<b>Workload</b>	
Die Absolvent(inn)en kennen Methoden, Techniken und Verfahren in einem ausgewählten Gebiet der Physik und können sie auf ein konkretes und aktuelles wissenschaftliches Problem anwenden. Sie besitzen Erfahrung im Projektmanagement und dem Arbeiten in einer großen Gruppe.			P	30/120	30 LP	
<b>Nachweise</b>			<b>Nachweis für</b>		<b>Nachgewiesene LP</b>	
Teil der Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (1-mal wiederholbar)	-	ganzes Modul		28 LP	
unbenotete Studienleistung	Präsentation mit Kolloquium	-	Modulteil(e) a		2 LP	
<b>Komponenten</b>		<b>Inhalt</b>	<b>P / WP</b>	<b>Lehrform</b>	<b>SWS</b>	<b>Aufwand</b>
a	II Abschlusskolloquium		P	Seminar	2	2 LP
b	I Master-Arbeit	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Masterstudiums. In ihrem Rahmen bearbeiten die Studierenden selbständig ein aktuelles Thema aus der Forschungsarbeit eines der Schwerpunkte der Fachgruppe: Atmosphärenphysik, Kondensierte Materie oder Teilchenphysik. Die Ergebnisse werden in einem Abschlusskolloquium verteidigt und sollen in der Regel zu einer wissenschaftliche Publikation beitragen.	P	Projekt	0	28 LP