



AMTLICHE MITTEILUNGEN

Verkündungsblatt der Bergischen Universität Wuppertal
Herausgegeben vom Rektor

NR_35 JAHRGANG 42
15. April 2013

**Prüfungsordnung für den
Bachelor-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
- § 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. Bachelor-Prüfung

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

III. Schlussbestimmungen

- § 19 Ungültigkeit der Bachelor-Prüfung, Aberkennung des Bachelor-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

- (1) Die Bachelor-Prüfung bildet den berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums im Bachelor-Studiengang Physik. Durch die Bachelor-Prüfung soll festgestellt werden, ob die Kandidatinnen und Kandidaten die für den Übergang in die Berufspraxis oder einen weiterführenden Studiengang notwendigen grundlegenden 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.

§ 2

Abschlussgrad

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

§ 3

Regelstudienzeit und Studiumumfang

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt für den Bachelor-Studiengang Physik einschließlich der Bachelor-Arbeit sechs Semester.
- (2) Für die gesamte Arbeitsbelastung des Studiums einschließlich der Präsenzzeiten, Vor- und Nachbereitungen sowie der Bachelor-Arbeit werden insgesamt 180 Leistungspunkte (LP) vergeben.

§ 4

Prüfungen und Prüfungsfristen

- (1) Die Prüfungstermine sind so festzusetzen, dass das Bachelor-Studium einschließlich der Bachelor-Arbeit mit Ende des sechsten 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 Bachelor-Arbeiten sowie über die Verteilung der Fach- und Gesamtnoten. Der Bericht ist in geeigneter Weise durch die Universität offen zu legen. Der Prü-

fungsausschuss 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 Bachelor- 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 Bachelor- 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 Bachelor-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. Bachelor-Prüfung

§ 9 Zulassung

Zur Bachelor-Prüfung ist zugelassen, wer an der Bergischen Universität Wuppertal für den Bachelor-Studiengang Physik oder gemäß § 52 Abs. 2 HG als Zweithörerin oder Zweithörer eingeschrieben ist und eine Erklärung vorgelegt hat, aus der hervorgeht, dass keine Bachelor- 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 Bachelor-Prüfung

- (1) Durch die Bachelor-Prüfung sollen die Kandidatinnen und Kandidaten nachweisen, dass sie das Ziel des Bachelor-Studiums erreicht haben und dass sie 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 Bachelor-Prüfung besteht aus den Prüfungen zum Erwerb der Leistungspunkte und der Bachelor-Arbeit. Die Bachelor-Prüfung ist bestanden, wenn 180 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 Bachelor-Prüfung erstreckt sich im Einzelnen auf die Bereiche

(A) Experimentalphysik im Umfang von insgesamt 34 Leistungspunkten (LP) nachzuweisen in den Modulen:

EP1	Klassische Mechanik und Wärmelehre	7 LP
EP2	Elektrizität, Wellen und Optik	7 LP
EP3	Atom- und Quantenphysik	7 LP
EP4a	Kern- und Teilchenphysik	7 LP
EP4b	Physik der kondensierten Materie	6 LP

(B) Praktika im Umfang von insgesamt 29 LP nachzuweisen in den Modulen

AP	Anfänger-Praktikum A und B (APa, APb)	6 LP
EP	Elektronik-Praktikum	8 LP
APP	Anfänger-Projektpraktikum	5 LP
FP	Fortgeschrittenen-Praktikum	10 LP

(C) Theoretische Physik im Umfang von insgesamt 36 LP nachzuweisen in den Modulen

TP1	Theoretische Mechanik	9 LP
TP2	Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie	9 LP
TP3	Quantenmechanik	9 LP
TP4	Statistische Mechanik	9 LP

(D) Mathematik im Umfang von insgesamt 37 LP nachzuweisen in den Modulen

G.LinAlg1	Grundlagen aus der Linearen Algebra I	9 LP
G.Ana1	Grundlagen aus der Analysis I	9 LP
G.Ana2	Grundlagen aus der Analysis II	9 LP
RM	Rechenmethoden der Physik	4 LP
MM	Mathematische Methoden	6 LP

(E) Informatik im Umfang von insgesamt 6 LP nachzuweisen in dem Modul

PI	Praktische Informatik	6 LP
----	-----------------------	------

(F) Vertiefungsfach im Umfang von 6 LP nachzuweisen im Modul

BV	Bachelor-Vertiefungsmodul	6 LP
----	---------------------------	------

(G) Abschlussarbeit mit Kolloquium im Umfang von insgesamt 14 LP nachzuweisen im Modul BA	Bachelor-Arbeit mit Abschlusskolloquium	14 LP
(H) Wahlpflichtfächer im Umfang von insgesamt 18 LP nachzuweisen in den Modulen zu BW1	Bachelor-Wahlpflichtfach 1	9 - 12 LP
BW2	Bachelor-Wahlpflichtfach 2	6 - 9 LP

Der Prüfungsausschuss führt eine Liste der als Bachelor-Wahlpflichtfach 1 und 2 wählbaren Module.

§ 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 erstreckt 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 ein-

geht 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 Bachelor-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) Erworbenene Leistungspunkte werden nur einmal angerechnet.

§ 14

Bachelor-Arbeit mit Abschlusskolloquium

- (1) Die Abschlussarbeit (Bachelor-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.
- (2) Voraussetzung für die Ausgabe des Themas der Abschlussarbeit ist der Nachweis von mindestens 135 Leistungspunkten des Bachelor-Studiums, darunter 86 Leistungspunkte aus den Modulen EP1, EP2, AP, APP, TP1, TP2 oder TP3, G.Ana1, G.Ana2, G.LinAlg1, RM, MM, PI.
- (3) Das Thema der Bachelor-Arbeit wird von gemäß § 6 Abs. 1 vom Prüfungsausschuss bestellten Prüferinnen und Prüfern festgelegt. Die Bachelor-Arbeit wird von diesen Prüferinnen und Prüfern betreut. Den Kandidatinnen und Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, ein Thema für die Bachelor-Arbeit vorzuschlagen.
- (4) Auf Antrag der Kandidatinnen und Kandidaten sorgt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass diese rechtzeitig ein Thema für eine Bachelor-Arbeit erhalten.
- (5) Die Ausgabe des Themas der Bachelor-Arbeit erfolgt über die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses. Der Zeitpunkt der Ausgabe ist aktenkundig zu machen.

- (6) Die Bearbeitungszeit für die Bachelor-Arbeit beträgt drei Monate. 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 vier Wochen der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Im Einzelfall kann der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten die Bearbeitungszeit ausnahmsweise um bis zu vier Wochen verlängern.
- (7) Bei der Abgabe der Bachelor-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.
- (8) Die Bachelor-Arbeit ist fristgemäß beim Prüfungsausschuss in dreifacher Ausfertigung abzuliefern; der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Eine elektronische Fassung der Bachelor-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 Bachelor-Arbeit nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie gemäß § 8 Abs. 1 Satz 2 als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet.
- (9) Die Bachelor-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 Bachelor-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 Bachelor-Arbeit bestimmt. In diesem Fall wird die Note der Bachelor-Arbeit aus dem arithmetischen Mittel der beiden besseren Noten gebildet. Die Bachelor-Arbeit kann jedoch nur dann als "ausreichend" oder besser bewertet werden, wenn mindestens zwei Noten "ausreichend" oder besser sind. Ist die Benotung der Bachelor-Arbeit nicht mindestens "ausreichend", ist die Bachelor-Arbeit zu wiederholen. Die Bewertung der Bachelor-Arbeit soll innerhalb von vier Wochen nach Abgabe erfolgt sein.
- (10) Im Zusammenhang mit der Bachelor-Arbeit findet ein Kolloquium statt. Hierzu werden grundsätzlich die Prüferinnen und Prüfer der schriftlichen Arbeit bestellt. Das Kolloquium soll spätestens vier Wochen nach Abgabe der schriftlichen Bachelor-Arbeit durchgeführt werden.
- (11) Die schriftliche Bachelor-Arbeit kann einmal wiederholt werden. Die Kandidatin bzw. der Kandidat erhält in diesem Fall ein neues Thema. Eine Rückgabe des Themas der zweiten Bachelor-Arbeit in der in Absatz 6 Satz 3 genannten Frist ist jedoch nur zulässig, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat bei der Anfertigung ihrer bzw. seiner ersten Bachelor-Arbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hatte.
- (12) Die Bachelor-Arbeit und das dazugehörige Abschlusskolloquium werden mit 14 Leistungspunkten verrechnet. Darin ist das Kolloquium mit 2 Leistungspunkten eingebunden.

§ 15

Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten und Bestehen der Bachelor-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 Bachelor-Prüfung ergibt sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten arithmetischen Mittel der Modulnoten der Module EP1, EP2, EP3, TP1, FP, G.Anal2, G.LinAlg1, BA, sowie folgenden Modulnoten nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten: Zwei Noten aus den Modulen TP2, TP3 oder TP4, eine Note aus den Modulen EP4a oder EP4b sowie eine Note aus den Modulen APb oder APP. Die jeweils nicht ausgewählten Modulnoten sind auf dem Zeugnis ausgewiesen. Die Gesamtnote einer bestandenen Bachelor-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 Bachelor-Arbeit mit 1,0 bewertet und der Durchschnitt aller anderen Noten der Bachelor-Prüfung nicht schlechter als 1,3 ist.
- (5) Die Gesamtnoten der erfolgreichen Studierenden aus dem Bachelor-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 Bachelor-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 Bachelor-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 Bachelor-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 Bachelor-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 Bachelor-Prüfung ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (4) Hat die Kandidatin oder der Kandidat die Bachelor-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 Bachelor-Prüfung noch fehlenden Leistungspunkte enthält und erkennen lässt, dass die Bachelor-Prüfung nicht bestanden ist.

§ 18 Bachelor-Urkunde

- (1) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird den Kandidatinnen und Kandidaten die Bachelor-Urkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Bachelor-Grades gemäß § 2 beurkundet.
- (2) Die Bachelor-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 Bachelor-Prüfung Aberkennung des Bachelor-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 Bachelor-Grad abzuerkennen und die Bachelor-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 Bachelor-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. 16/07), zuletzt geändert am 07.01.2011 (Amtl. Mittlg. 1/11), aufgenommen haben, können ihre Modulprüfungen bis zum 30.09.2016 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

Experimentalphysik

Die Absolvent(inn)en besitzen physikalische Methodenkompetenzen aus einem breiten Spektrum der Physik

- Sie erkennen physikalische Zusammenhänge und Symmetrien,
- sie haben ein vertieftes Verständnis für die Bedeutung physikalischer Begriffs- und Theoriebildungen
- und besitzen eine Grundkompetenz bei der physikalischen Modellierung von Aufgabenstellungen.

Die Absolvent(inn)en erlangen Schlüsselqualifikationen in

- Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens,
- und der Abstraktionsfähigkeit.

EP1 Klassische Mechanik und Wärmelehre

Lernziele/ Kompetenzen						P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Beherrschung der physikalischen Grundbegriffe und des Prinzips der Abstrahierung und Idealisierung in der Physik. Erwerb elementarer Kenntnisse zu experimentellen Vorgehensweisen und der Bedeutung von Messfehlern. Die Absolvent(inn)en beherrschen Grundlagen der klassischen Mechanik, Wärmelehre und Hydrodynamik und sind in der Lage, unter Anwendung der Newtonschen Axiome und unter Ausnutzung von Symmetrien und Erhaltungssätzen eigenständig auch abstrakte physikalische Zusammenhänge abzuleiten.						P	7/180	7 LP	
Voraussetzung: keine formalen, empfohlen werden die Rechenmethoden als begleitende Lehrinheit									
Nachweise						Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Prüfung (Klausur) (2-mal wiederholbar)		120 min. Dauer		ganzes Modul		7 LP	
Komponenten		Inhalt				P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)									
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand			
a	I Klassische Mechanik und Wärmelehre	<ul style="list-style-type: none"> - Historische und alltagsweltliche Definitions- und Anwendungszusammenhänge physikalischer Begriffe - Bewegungsgleichungen, Newtonsche Axiome - Experimentelle Grundlagen: Messungenauigkeiten, statistische Begriffe - Keplersche Gesetze und Gravitationsgesetz, Bestimmung der Newtonsche Konstante - Feldbegriff, Potential - Galilei – Invarianz, Impuls – und Energieerhaltung, Streuphänomene - Kreisförmige Bewegung, Drehimpuls, Drehmoment - Bahnkurven im Gravitationspotential - Corioliskraft, Foucaultpendel - Starrer Körper, Symmetrischer, kräftefreier Kreisel - Schwingungen, Resonanzphänomene - Wärmelehre: ideale Gasgleichung, Hauptsätze, Kinetische Gastheorie - Transportphänomene: Brownsche Bewegung, Diffusion - Hydrodynamik: Bernoulli, Magnuseffekt, Hagen – Poiseuille 	P	Vorlesung	4	4 LP			
b	II Übung Klassische Mechanik und Wärmelehre	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP			

EP2 Elektrizität, Wellen und Optik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<p>Die Absolvent(inn)en sind in der Lage Aufgabenstellungen im Bereich der Elektrostatik und Elektrodynamik mathematisch selbstständig zu formulieren und zu lösen. Sie beherrschen den mathematischen Umgang mit Vektorfeldern und können die Quellen- und Wirbeligenschaften der Felder berechnen. Die Absolvent(inn)en können die Feldgleichungen (Maxwell-Gleichungen) in Integral- und Differentialform formulieren und den Zusammenhang zwischen beiden Formulierungen anhand der Sätze von Gauss und Stokes darstellen. Sie können ferner das Auftreten magnetischer Felder als Konsequenz der relativistischen Beschreibung bewegter elektrischer Ladungen erklären. Die Absolvent(inn)en können den Einfluss von Materie auf elektrische und magnetische Felder qualitativ aufzeigen, anhand von mikroskopischen Mechanismen erklären sowie Aufgabenstellungen mit einfacher Geometrie mathematisch beschreiben und quantitativ lösen. Die Studierenden kennen die grundlegenden Bauelemente der Elektrotechnik, können deren Funktion in wichtigen elektrotechnischen Anwendungen erläutern und einfache Aufgabenstellungen quantitativ lösen. Die Absolvent(inn)en können die Entstehung bzw. Erzeugung elektromagnetischer Wellen qualitativ erklären und deren Ausbreitung anhand der Wellengleichung mathematisch beschreiben.</p>			P	7/180	7 LP	
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	7 LP	
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Elektrizität, Wellen und Optik <ul style="list-style-type: none"> - Coulomb-Gesetz, Lorentzkraft - Felder und Potentiale - Elektrische und magnetische Flüsse - Maxwell-Gleichungen - Dielektrika und Polarisierungseffekte - Influenz, Ladungstrennung und Kapazität - Thermospaltung, Elektrolyte, Galvanische Elemente - Zeitabhängige Felder, Induktion - Magnetfelder und Vektorpotential - Dia-, Para-, Ferromagnetismus - Schwingungen - Wellengleichungen und Dispersionsgleichungen - Erzwungene Schwingungen, Dämpfung und Resonanz - Wellenwiderstände - Ausbreitung und Natur des Lichts: Wellen, Strahlen, Reflexion, Brechung, Fermatsches Prinzip. - Huygensches Prinzip, Dispersion, Polarisation - Optional: Geometrische Optik und Anwendungen 		P	Vorlesung	4	4 LP

(Fortsetzung)						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
b II Übung Elektrizität, Wellen und Optik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP	

EP3 Atom- und Quantenphysik					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
<p>Die Absolvent(inn)en besitzen ein Grundverständnis der atomistischen Struktur von Materie, Elektrizität und elektromagnetischer Strahlung. Sie sind in der Lage Modelle für einfache quantenmechanische Systeme aufzustellen und mathematisch zu beschreiben. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage die historischen Bezüge und erkenntnistheoretischen Entwicklungen der Quantenmechanik zu erläutern. Die Studierenden kennen grundlegende Phänomene der Atom- und Quantenphysik und können diese mathematisch beschreiben. Sie sind in der Lage einfache Aufgabenstellungen unter Ausnutzung von Symmetrien und Erhaltungssätzen quantitativ zu lösen.</p>			P	7/180	7 LP
<p>Voraussetzung: keine formalen, empfohlen ist die erfolgreiche Teilnahme an den Modulen EP1 und EP2</p>					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	7 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	7 LP	
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Atom- und Quantenphysik	P	Vorlesung	4	4 LP
	<ul style="list-style-type: none"> - Atomvorstellung: Atomismus von Materie, Atom-Masse, -Größe; Elektron; einfache Atommodelle - Entwicklung der Quantenphysik: Teilchencharakter von Photonen (Hohlraumstrahlung, Photoeffekt, Comptoneffekt) - Wellencharakter von Teilchen (Materiewellen, Wellenfunktion, Unbestimmtheitsrelation) - Atommodelle (Linienstrahlung, Bohrsches Atommodell) Quanteninterferenz - Schrödingergleichung (freie Teilchen, Kastenpotential, Harmonischer Oszillator, Kugelsymmetrische Potentiale) - Wasserstoffatom: Schrödingergleichung (Zeeman-Effekt, Elektronenspin, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Relativistische Korrekturen) - Mehrelektronen Atome: Pauli-Prinzip; Helium-Atom; Periodensystem (Drehimpulskopplung) - Kopplung em-Strahlung Atome: Einstein-Koeffizienten, Matrixelemente, Auswahlregeln, Lebensdauern, Röntgenstrahlung, Laser - Moleküle: H₂ Molekül; Chemische Bindung; Rotation und Schwingung; elektronische Übergänge; Hybridisierung - Moderne Messmethoden unter Verwendung von Quanteneffekten 				

(Fortsetzung)						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
b	II Übungen Atom- und Quantenphysik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	3 LP

EP4a Kern- und Teilchenphysik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<p>Die Absolvent(inn)en sind in der Lage basierend auf Kernmodellen (Tröpfchenmodell und Schalenmodell) grundlegende Eigenschaften von Atomkernen qualitativ zu erklären. Bindungsenergien und die bei Kernreaktionen freiwerdende Energie kann berechnet werden. Die Studierenden können die Klassen radioaktiver Zerfälle benennen und deren Charakteristika erläutern. Die Absolvent(inn)en des Moduls können Streureaktionen an Kernen quantitativ beschreiben. Sie sind in der Lage zu erläutern, wie sich unser heutiges Bild der Kernstruktur und der Struktur von Hadronen aus den Ergebnissen von Streuexperimenten ergibt. Die Absolvent(inn)en können die Vielfalt der Hadronen aus dem Quarkmodell heraus erklären. Ferner können die Absolvent(inn)en die Wechselwirkungen von Strahlung und Teilchen mit Materie benennen und quantitativ behandeln. Ihre Kenntnisse der Wechselwirkungen erlauben den Studierenden die Funktionsprinzipien von Teilchendetektoren abzuleiten und zu erläutern. Die Absolvent(inn)en können die Relevanz der Kern- und Teilchenphysik in der Medizin- und Energietechnik sowie der Umwelt- und Materialforschung herausarbeiten. Die Studierenden können die Prozesse der schwachen Kernkraft darlegen und die Bedeutung der fundamentalen Quantenzahlen für diese Prozesse aufzeigen.</p>			P	7/180	7 LP	
<p>Voraussetzung: Keine formalen, empfohlen Modul EP3 - Atom- und Quantenphysik.</p>						
<p>Bemerkung: Aus den Modulen EP4a und EP4b wird nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten ein Modul für das Gewicht der Note berücksichtigt.</p>						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	7 LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	7 LP		
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
a	I Kern- und Teilchenphysik	P	Vorlesung	4	4 LP	
	<p>Aufbau der Atomkerne, Fundamentale Eigenschaften stabiler Kerne, Kernkräfte, Kernzerfälle, Kernreaktionen, Wechselwirkung von Strahlung und Teilchen mit Materie, Detektoren, Teilchenbeschleuniger, Strahlenbelastung und Strahlenschutz, kernphysikalische Anwendungen. Symmetrien und Erhaltungssätze, Baryon- und Mesonresonanzen, Statisches Quark-Modell der Hadronen, Experimentelle Bestätigung des Quark-Modells, Quanten-Elektrodynamik und das Prinzip der lokalen Eichinvarianz, Quanten-Chromodynamik und asymptotische Freiheit, elektroschwache Wechselwirkung, Higgsboson, Struktur der Fermionen (CKM und CP – Verletzung), kosmologische Aspekte</p>					

(Fortsetzung)						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
b	II Übung Kern- und Teilchenphysik	P	Übung	1	3 LP	

EP4b Physik der kondensierten Materie					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
Die Absolvent(inn)en kennen die grundlegenden Modelle der Festkörperphysik die zum Verständnis von modernen Technologien nötig sind, die auf den strukturellen, elektrischen, optischen und magnetischen Eigenschaften von Materialien basieren. Die Absolvent(inn)en kennen und verstehen die wichtigsten Verfahren der Strukturanalyse und die prinzipielle Funktionsweise von Halbleiterelektronik, Supraleitern, Spintronik und Kernspintomographie.			P	6/180	6 LP
Voraussetzung: Keine formalen, Modul EP3 - Atom- und Quantenphysik					
Bemerkung: Aus den Modulen EP4a und EP4b wird nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten ein Modul für das Gewicht der Note berücksichtigt.					
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 Physik der kondensierten Materie	Kristallstrukturen: Kristalline und amorphe Strukturen, reziprokes Gitter, Brillouin-Zonen, Bindungstypen. Untersuchungsmethoden: Beugung von Elektronen, Neutronen, Röntgenstrahlung etc. Dynamik von Kristallgittern: Phononen, spezifische Wärme, optische Eigenschaften. Kristallelektronen: Fermi-Gas, elektrischer Widerstand, Streuung und Relaxation, spezifische Wärme Leiter, Halbleiter, Isolatoren, Bändermodell. Magnetismus: Ferro-, Antiferro-, Dia- und Paramagnetismus, Austauschwechselwirkung Elektronen- und Kernspinresonanz. Supraleitung (Grundlagen).	P	Vorlesung	3	4 LP
b II Übung Physik der kondensierten Materie	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	1	2 LP

Praktika

Die Absolvent(inn)en haben aus einem breiten Spektrum der Physik verschiedene fachlich praxisorientierte Qualifikation erworben.

- Sie sind fähig zur Durchführung und Auswertung von Experimenten aus einem breiten Spektrum der Physik,
- sie besitzen eine Grundkompetenz bei der physikalischen Modellierung von Aufgabenstellungen
- und der programmtechnischen Umsetzung von praxisorientierten Lösungsstrategien,
- sie sind in der Lage mit einer rechnergestützter mathematischen Software ihre Ergebnisse zu visualisieren und darzustellen.

Die Absolvent(inn)en haben verschiedene Schlüsselqualifikationen erworben.

- Sie haben selbständiges Arbeiten sowie Arbeiten in Gruppen gelernt,
- und haben den souveränen Umgang mit elektronischen Medien erlernt.
- Sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort und Schrift,
- und haben die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens erlernt.

AP Anfänger-Praktikum

Lernziele/ Kompetenzen	P / WP	Gewicht der Note	Workload
- Die Absolvent(inn)en verstehen die Prinzipien des physikalischen Experimentierens, - sie kennen verschiedene physikalische Messmethoden und ihre Grenzen, - und beherrschen den kritischen Umgang mit Messfehlern und Abschätzung ihres Einflusses auf das Ergebnis. - Sie sind in der Lage die Messergebnisse im Rahmen von theoretischen Erwartungen richtig zu deuten, - Sie erlernen das selbständige experimentelle Arbeiten.	P	6/180	6 LP
Voraussetzung: Teil a: Modul EP1 'Klassische Mechanik und Wärme' und 'Rechenmethoden' Teil b: Modul EP2 'Elektrizität, Wellen und Optik'			

AP Anfänger-Praktikum (Fortsetzung)						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Bemerkung: Der Schwerpunkt dieses Moduls sind Experimente zur klassischen Physik. Es sollen die zum Verständnis weiterführender Veranstaltungen notwendigen Grundlagen vermittelt werden. Zu jedem Versuch gibt es eine individuelle Betreuung durch die Assistenten. Aus den Modul(komponenten)en APb und APP wird nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten ein Modul für das Gewicht der Note berücksichtigt.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung		Sammelmappe (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	6 LP	
Sammelmappe mit Begutachtung und einer 30 minütigen mündlichen Prüfung. Die Sammelmappe umfasst die 7 Versuche aus dem Anfänger-Praktikum (Teil a) und die 12 Versuche aus dem Anfänger-Praktikum (Teil b).						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Anfänger-Praktikum (Teil a)	Insgesamt werden 7 Versuche zu den Themenbereichen Mechanik, Wärmelehre und geometrischen Optik in Zweiergruppen durchgeführt. Im Einzelnen sind folgende Experimente Gegenstand des Praktikums: Physikalisches Pendel, Elastizitäts- und Torsionsmodul, gekoppelte Pendel, Eigenschwingungen auf einem Draht, spezifische Wärme und Schmelzwärme, Abbildung durch Linsen und Linsenfehler, optische Instrumente.	P	Praktikum	2	2 LP
b	II Anfänger-Praktikum (Teil b)	Insgesamt werden 12 Versuche zu den Themenbereichen Elektrizität und Magnetismus, Schwingungen und Wellen und Quantenphysik in Zweiergruppen durchgeführt. Im Einzelnen sind folgende Experimente Gegenstand des Praktikums: Elektrische Messinstrumente, Halleffekt, Welle-Teilchendualismus von Elektronen, Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern, elektrische Schwingungen, RC-, RCL-Kreis und Phasenschieber, Messung der Elementarladung (Millikan'sche Öltröpfchenversuch), Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantum (Photoelektrischer Effekt), Inelastische Streuung von Elektronen an Atomen (Franck-Hertz-Versuch), Beugung und Interferenz, Polarisation von Licht, Mikrowellen, Ultraschall.	P	Praktikum	4	4 LP

EP Elektronik-Praktikum						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en verstehen die Funktionsweise passiver und aktiver elektronischer Bauteile, - und sind in der Lage einfache passive Netzwerke und aktive Schaltungen zu analysieren und aufzubauen. - Sie kennen die Grundlagen der digitalen Elektronik, Mikroprozessortechnik, und Messtechnik, - und können mit Geräten der Messtechnik Messdaten erfassen und analysieren, - sowie einfache analoge und digitale Schaltungen selbständig aufbauen. 			P	0/180	8 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		8 LP
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Vorlesung Elektronik		P	Vorlesung	2	3 LP
<p>Analoge Elektronik: Bändermodell, pn-Übergang, Diode, Transistor, Kleinsignalparameter Verstärker, Differenzverstärker, Operationsverstärker, Anwendungen, Schaltverhalten, FET, digitale Elektronik: Schaltalgebra, Gatterschaltungen, Schaltkreisfamilien, Schaltnetze, Schaltwerke, Schaltungsentwurf, Speicherelemente, Anwendungen, programmierbare Logik, Analog-digital-Wandlung</p>						
Voraussetzung: keine formalen, empfohlen Grundlagenvorlesungen und Praktika der Experimentalphysik						
b	II Elektronik-Praktikum		P	Praktikum	5	5 LP
<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Benutzung von Messinstrumenten und Laborgeräten - Aufbau einfacher analoger und digitaler Schaltungen - Funktion und Verwendung analoger Bauelemente (Diode, Transistor, Operationsverstärker) - Simulation von Schaltungen - Sensoren (Licht, Temperatur, Schall, Magnetfelder) - Regelschaltungen - Grundlagen der Digitalelektronik - Programmierung logischer Bausteine (z.B. CPLD und FPGA) - Programmierung eines Mikrocontrollers - Analog-Digital und Digital-Analog-Wandler - Datenerfassung mit dem Computer - Aufbau einer Messkette von der Signalerfassung bis zur Analyse auf dem Computer 						

APP Anfänger-Projektpraktikum						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en sind in der Lage die Planung, den Aufbau und die Auswertung von physikalischen Experimenten durchzuführen, - sie können ihre Messergebnisse mit modernen Präsentationsmittel darstellen, - sie haben gelernt in einem größeren Team von 4-6 Personen zu arbeiten und sich in die Gruppe einzubringen. 			P	5/180	5 LP	
Voraussetzung: Modul EP1 'Klassische Mechanik und Wärmelehre'; Modul AP 'Anfänger-Praktikum'						
Bemerkung: Aus den Modul(komponent)en APb und APP wird nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten ein Modul für das Gewicht der Note berücksichtigt.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Teil der Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	4 LP		
Teil der Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	1 LP		
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten	Inhalt				
a Anfänger-Projektpraktikum	<p>Im Projektpraktikum haben die Studenten die Möglichkeit, kleinere Forschungsthemen, die sie selbst wählen können, eigenständig über einen längeren Zeitraum zu bearbeiten. Es gibt keine vorgegebenen Aufbauten mit festem Versuchsablauf. Diese sind vielmehr selbst zu entwickeln und die erzielten Messungen auszuwerten. Neben dem physikalischen Wissen wird den Teilnehmern zusätzlich die Fähigkeit vermittelt, wissenschaftlich im Team zu arbeiten und eigene Experimente zu gestalten. Sie werden damit auf die Anforderungen der späteren Forschungstätigkeit im Labor vorbereitet.</p> <p>Die hohe Selbstständigkeit und der direkte Praxisbezug soll zu einer besonderen Motivation der Studenten führen.</p> <p>Das Praktikum wird von einer größeren Gruppe von ca. 6 Studenten unter intensiver Betreuung und Anleitung eines erfahrenen Tutors (Wiss. Mitarbeiter, mindestens Doktorand) durchgeführt. Die Gruppenarbeit fördert die Teamfähigkeit. Die Auswahl des Experiments obliegt den Studenten. Der Tutor überprüft jedoch die Durchführbarkeit. Zur Ausführung der Experimente steht eine umfangreiche Gerätesammlung zur Verfügung.</p> <p>Im Überblick werden folgende Fähigkeiten trainiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teamfähigkeit - Selbständiges Erarbeiten physikalischer Fragestellungen - Urteilsvermögen in Bezug auf Experimente und Daten - Konzeption, Aufbau, Durchführung und Auswertung von Experimenten - Darstellung und Präsentation von Ergebnissen 	P	Praktikum	5	5 LP

FP Fortgeschrittenen-Praktikum					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
Die Studierenden gehen vertraut mit modernen physikalischen Experimentiermethoden und Messgeräten um. Sie kennen deren Anwendungsmöglichkeiten in der Grundlagenforschung und in der aktuellen industriellen Produktentwicklung. Die Studierenden sind in der Lage, physikalische Experimente selbstständig durchzuführen, diese Durchführung wissenschaftlich zu protokollieren, die resultierenden Ergebnisse zu interpretieren und Fehlerquellen zu diskutieren. Die Studierenden können überschaubare Projekte selbstständig und im Team planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage, Grundlagenwissen aktueller Experimente und Techniken zu recherchieren, aufzubereiten, zu präsentieren und zu diskutieren.			P	10/180	10 LP
Voraussetzung: Abgeschlossene Grundvorlesungen der Experimentalphysik und Grundpraktika.					
Bemerkung: Das Praktikum kann im Sommer- oder im Wintersemester begonnen werden. Das Praktikum wird an zehn ganzen Tagen durchgeführt. Es kann sowohl während der Vorlesungszeit als auch in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt werden.					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Sammelmappe (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	10 LP	
Sammelmappe mit Begutachtung. Die Sammelmappe umfasst je 5 Protokolle zu den Versuchen aus Teil b und Teil c und eine 30 minütige Präsentation über ein ausgewähltes Thema aus dem Bereich der Experimentalphysik (Teil a).					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	FPS Seminar zum Fortgeschrittenen-Praktikum	P	Seminar	2	2 LP
		Im Seminar werden die Grundlagen aktueller Experimente und Techniken der Experimentalphysik an Beispielen diskutiert. Monographien, Zeitschriften und moderne Medien werden zur selbstständigen Strukturierung und Erarbeitung der Vorträge genutzt. Im Vortrag werden Präsentation und Diskussion physikalischer Experimente und Resultate unter Einsatz moderner Medien geübt.			

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b FP1 Fortgeschrittenen-Praktikum Teil 1	<p>Im Praktikum stehen 13 Versuche zur Wahl, von denen in Teil 1 und Teil 2 jeweils fünf durchgeführt werden. Insgesamt sollen mindestens zwei Versuche aus den einzelnen Bereichen entnommen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuche zur Atom- und Molekülphysik Stern-Gerlach, Zeeman-Effekt, Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung, Michelson-Interferometrie von Infrarotstrahlung, NH₃-Inversionsspektrum • Versuche zur Kern- und Elementarteilchenphysik Lebensdauer von Myonen, Absorption und Streuung von Alpha-Strahlen, Compton-Streuung • Versuche zur Festkörperphysik Ellipsometrie, Oberflächen-Plasmonen, Mößbauerspektroskopie, Röntgenstrukturanalyse • Versuche zur Angewandten Physik Rastertunnelmikroskopie, HTSL-SQUID, Massenspektrometrie 	P	Praktikum	5	4 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
c FP2 Fortgeschrittenen-Praktikum Teil 2	<p>Im Praktikum stehen 13 Versuche zur Wahl, von denen in Teil 1 und Teil 2 jeweils fünf durchgeführt werden. Insgesamt sollen mindestens zwei Versuche aus den einzelnen Bereichen entnommen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuche zur Atom- und Molekülphysik Stern-Gerlach, Zeeman-Effekt, Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung, Michelson-Interferometrie von Infrarotstrahlung, NH₃-Inversionsspektrum • Versuche zur Kern- und Elementarteilchenphysik Lebensdauer von Myonen, Absorption und Streuung von Alpha-Strahlen, Compton-Streuung • Versuche zur Festkörperphysik Ellipsometrie, Oberflächen-Plasmonen, Mößbauerspektroskopie, Röntgenstrukturanalyse • Versuche zur Angewandten Physik Rastertunnelmikroskopie, HTSL-SQUID, Massenspektrometrie 	P	Praktikum	5	4 LP

Theoretische Physik

Die Absolvent(inn)en haben aus einem breiten Spektrum der Physik fachliche Qualifikation erworben:

- Sie besitzen eine Methodenkompetenz auch in abstrakten Umfeldern,
- und erkennen physikalische Zusammenhänge und Symmetrien.
- Sie besitzen eine ausgeprägte Fähigkeit zum analytischen und logischen Denken,
- und haben ein verstärktes Verständnis für die Bedeutung physikalischer Begriffs- und Theoriebildungen

Die Absolvent(inn)en haben verschiedene Schlüsselqualifikationen erworben.

- Sie haben selbständiges Arbeiten sowie Arbeiten in Gruppen gelernt.
- Sie haben eine Hartnäckigkeit und Durchhaltevermögen erworben
- und besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort und Schrift.
- Sie haben die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens erlernt.

TP1 Theoretische Mechanik								
Lernziele/ Kompetenzen					P / WP	Gewicht der Note	Workload	
- Die Absolvent(innen) kennen den Aufbau der klassischen Mechanik. - Sie kennen den Zusammenhang zwischen den Formulierungen nach Newton, Langrange und Hamilton. - Sie sind in der Lage Symmetrien in der Physik zu erkennen und zu nutzen, - und können klassische Bewegungsgleichungen der Physik aufstellen und lösen. - Sie sind in der Lage komplexe Zusammenhänge und Lösungsstrategien an der Tafel zu präsentieren.					P	9/180	9 LP	
Voraussetzung:								
Keine formalen Voraussetzungen, empfohlen werden die Module: G.Ana1(2) 'Grundlagen der Analysis 1 (2) und G.Lin.Alg1 'Grundlagen der Linearen Algebra'								
Nachweise					Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (2-mal)	120 min. Dauer	ganzes Modul		9 LP			
Komponenten	Inhalt				P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
a	I Theoretische Mechanik	P	Vorlesung	4	6 LP	
	<p>Newtonsche Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bewegungsgleichungen, Newtonsche Axiome - Gewöhnliche Differentialgleichungen (DGL), Lösungsansätze - Inhomogene DGL, Resonanzphänomene, Greensche Funktion - Lösung beliebiger eindimensionaler Probleme mittels Energiesatz - Kepler-Problem, Gravitationspotential, Streuphänomene - Zwei-Körper-Probleme - Scheinkräfte, Flieh- und Corioliskraft, Foucaultpendel - Phasenraum und Phasenfluß, Wiederkehrtheorem <p>Erhaltungssätze und starrer Körper</p> <ul style="list-style-type: none"> - Feldbegriff, Potential, Rotation - Energie, Impuls, Drehimpuls/Erhaltungssätze - Trägheitstensor, Satz von Steiner, Hauptachsentransformation - Kräftefreier symmetrischer Kreisel <p>Lagrangesche Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Euler-Lagrange-Gleichungen - Variationsprinzipien - Zwangsbedingungen und Zwangskräfte - Erhaltungssätze, Noether Theorem - Linearisierung - Starrer Körper, Euler-Winkel, Schwerer symmetrischer Kreisel - Geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld <p>Hamiltonsche Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Legendre-Transformationen, Hamiltonsche Gleichungen - Wirkungsfunktional, Hamilton-Jacobi-Gleichung - Kanonische Transformationen, erzeugende Funktionen <p>Optionale Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Spezielle Relativitätstheorie - Mechanik der Kontinua - Nichtlineare Systeme, Chaos 					
b	II Übung Theoretische Mechanik	P	Übung	2	3 LP	
	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.					

TP2 Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en kennen den Aufbau der klassischen Elektrodynamik, und besitzen ein physikalisches Verständnis der Maxwell-Gleichungen und deren Anwendbarkeit. - Sie sind in der Lage, Symmetrien in der Elektrodynamik zu erkennen und zu nutzen und können die Maxwell-Gleichungen für verschiedene Standardprobleme lösen. - Sie besitzen ein vertieftes Verständnis für die Physik der speziellen Relativitätstheorie. - Sie sind in der Lage komplexe Zusammenhänge und Lösungsstrategien an der Tafel zu präsentieren. 			P	9/180	9 LP	
Voraussetzung:						
keine formalen Voraussetzungen, empfohlen werden die Module: G.Ana1(2) 'Grundlagen der Analysis 1(2)' und G.LinAlg 'Grundlagen der Linearen Algebra 1', sowie das Modul TP1 'Theoretische Mechanik'.						
Bemerkung:						
Aus den Modulen TP2, TP3 und TP4 werden nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten zwei Module für das Gewicht der Note berücksichtigt.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	9 LP		
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie	P	Vorlesung	4	6 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b	II Übung Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie	P	Übung	2	3 LP

TP3 Quantenmechanik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en kennen das konzeptionelle Gebäude der Quantenmechanik und deren Prinzipien, - sie kennen verschiedene Rechenmethoden der Quantenmechanik sowohl analytisch als auch numerisch - und sind in der Lage Symmetrien in der Quantenmechanik zu erkennen und zu nutzen. - Sie können die Quantenmechanischen Grundgleichungen aufstellen und lösen. - Sie sind in der Lage komplexe Zusammenhänge und Lösungsstrategien an der Tafel zu präsentieren. 			P	9/180	9 LP	
Voraussetzung:						
keine formalen Voraussetzungen, Empfohlen werden die Module: G.Ana1(2) 'Grundlagen der Analysis 1(2)', G.LinAlg1 'Grundlagen der Linearen Algebra 1', TP1 'Klassische Mechanik', TP2 'Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie' und MM 'Mathematische Methoden'.						
Bemerkung:						
Aus den Modulen TP2, TP3 und TP4 werden nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten zwei Module für das Gewicht der Note berücksichtigt.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	9 LP		
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
a	I Quantenmechanik	P	Vorlesung	4	6 LP	
	<p>Entwicklung der Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Historische Einführung - Welle/Teilchen Dualismus von Elektronen und Photonen - Wellenfunktionen und ihre Interpretation, Wellenmechanik <p>Schrödinger-Gleichung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quadratintegrable Funktionen, Hilberträume - Stationäre Zustände - Teilchen in einer Raumdimension, stückweise konstante Potentiale - Harmonischer Oszillator - Unschärferelation <p>Allgemeiner Aufbau der Quantenmechanik und atomare Spektren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operatoren, Hilbertraum - Spektraltheorie, Eigenfunktion, Zeitentwicklungsoperator - Messprozess - Symmetrien und ihre Anwendungen, Drehimpuls - Teilchen im Zentralfeld, H-Atom - Zeemann-Effekt, Elektronenspin, Drehimpulsaddition <p>Näherungsverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Streutheorie: Lippmann-Schwinger Gleichung, Born-Approximation - Störungstheorie, Fermis Goldene Regel - Spin-Bahn-Kopplung, L-S-Kopplung, jj-Kopplung, (Hyper)Feinstruktur - Variationsverfahren, Molekülbindung <p>Identische Teilchen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pauli-Prinzip, Hundtsche Regeln, Atomaufbaus im Periodensystem - Vielteilchenzustände, identische Teilchen, Fermionen/Bosonen, - Austauscheffekte <p>Vermischtes</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hohlleiter der Elektrodynamik 					
b	II Übung Quantenmechanik	P	Übung	2	3 LP	
	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.					

TP4 Statistische Mechanik						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en kennen den Aufbau der Statistischen Mechanik und Thermodynamik, - sie kennen den Zusammenhang zwischen der statistischen und thermodynamischen Formulierung - und sind in der Lage Zustandsgleichungen und Phasendiagrammen von Vielteilchensystemen aufzustellen. - Sie kennen verschiedener Rechenmethoden der statistischen Mechanik analytischer und numerischer Art - und können diese zur Lösung von Gleichungen der Statistischen Mechanik nutzen. - Sie sind in der Lage komplexe Zusammenhänge und Lösungsstrategien an der Tafel zu präsentieren. 			P	9/180	9 LP	
Voraussetzung:						
Keine formalen Voraussetzungen. Empfohlen werden die Vorlesungen: Grundlagen der Analysis 1, 2 und Grundlagen der Lineare Algebra1, TP1, TP2, TP3, Mathematische Methoden.						
Bemerkung:						
Aus den Modulen TP2, TP3 und TP4 werden nach Wahl durch die Kandidatin oder den Kandidaten zwei Module für das Gewicht der Note berücksichtigt.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	9 LP		
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a I Statistische Mechanik	<p>Grundlagen der Statistischen Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der Dynamik und Statistik, thermisches Gleichgewicht - Mikrokanonische, kanonische und großkanonische Gesamtheit - Thermodynamische Potentiale, Die Entropie <p>Thermodynamik des Gleichgewichts</p> <ul style="list-style-type: none"> - Klassischen Thermodynamik, thermodynamische Größen und Relationen - Irreversible Prozesse, Hauptsätze der Thermodynamik - Phasengleichgewichte, mehrkomponentige Systeme, Lösungen <p>Gleichgewichtseigenschaften makroskopischer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die klassische Näherung, Die idealen Gase - Thermodynamik eines Gases aus mehratomigen Molekülen - Photonen-Gas als ideales Bose-Gas, Allgemeines ideales Bosegas - Ideales Fermionen-Gas bei tiefen Temperaturen - Verdünnte Systeme, Virialentwicklung - Magnetische Erscheinungen - Phasenübergänge und kritische Systeme - Van-der-Waals-Modell für Phasenübergänge - Ising-Modell in Molekularfeld-Näherung - Bogoliubovsches Variationsprinzip - Eindimensionale klassische Systeme und Transfermatrix-Zugang <p>Feldtheoretische Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zweite Quantisierung, kohärente Zustände, Pfadintegrale - Ginzburg-Landau-Modell, ϕ^4 – Modell - Elementares zur Renormierungsgruppe (RG) - Monte-Carlo-Verfahren <p>Vermischtes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische Reaktionen, Osmotischer Druck - Rotationsfreiheitsgrade von Molekülen identischer Atome - Globale Konvexität der thermodynamischen Potentiale 	P	Vorlesung	4	6 LP
b II Übung Statistische Mechanik	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

Mathematik

Die Absolvent(inn)en haben aus den Grundlagen der Mathematik verschiedene fachliche Qualifikation erworben.

- Sie besitzen eine Methodenkompetenz im mathematischen Umfeld
- und sind fähig zum Erkennen mathematischer Zusammenhänge und Symmetrien.
- Sie besitzen eine ausgeprägte Fähigkeit zum analytischen und logischen Denken,
- und haben ein verstärktes Verständnis für die Bedeutung mathematischer Begriffs- und Theoriebildungen

Die Absolvent(inn)en haben verschiedene Schlüsselqualifikationen erworben.

- Sie haben selbständiges Arbeiten sowie Arbeiten in Gruppen gelernt,
- sie haben eine Hartnäckigkeit und Durchhaltevermögen gelernt,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort und Schrift,
- sie haben die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens erlernt,
- sie besitzen Abstraktionsfähigkeit.

G.LinAlg1 Grundlagen aus der Linearen Algebra I

Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Studierenden sind mit der Theorie der Vektorräume vertraut, kennen die Anwendungsfelder dieser Theorie und beherrschen die zugehörigen Techniken. Stoffunabhängig haben sie einen Einblick in die Methoden abstrakter mathematischer Argumentation gewonnen.			P	9/180	9 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
unbenotete Studienleistung	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben	-	Modulteil(e) b		3 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung setzt den Übungsnachweis voraus.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Lineare Algebra I	P	Vorlesung	4	6 LP
b	Übung zu Lineare Algebra I	P	Übung	2	3 LP

G.Ana1 Grundlagen aus der Analysis I						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Die Studierenden sind mit der Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer reellen Variablen vertraut, kennen die Anwendungsfelder dieser Techniken und durchschauen die zugehörigen fachwissenschaftlichen Aspekte. Stoffunabhängig haben die Studierenden einen Einblick in die Methoden mathematischer Argumentation gewonnen.			P	0/180	9 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
unbenotete Studienleistung	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben.	-	Modulteil(e) b		3 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung setzt den Übungsnachweis voraus.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Analysis I	Logik, Mengen, Zahlen, Funktionen, Grenzwerte (Folgen und Reihen, Stetigkeit); Differentialrechnung in einer Variablen; Integralrechnung in einer Variablen; Folgen und Reihen von Funktionen; Potenzreihen	P	Vorlesung	4	6 LP
b	Übung zu Analysis I	Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

G.Ana2 Grundlagen aus der Analysis II					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
Die Studierenden beherrschen die Methoden der Differentialrechnung von mehreren Veränderlichen. Sie sind vertraut mit Erweiterungen des Riemann-Integrals auf Produkte von Intervallen und mit Parameterintegralen. Weiter kennen sie die grundlegenden Methoden zur Behandlung von Anfangswertproblemen für gewöhnliche Differentialgleichungen und Systeme von gewöhnlichen Differentialgleichungen.			P	9/180	9 LP
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
unbenotete Studienleistung	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben.	-	Modulteil(e) b	3 LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	6 LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	6 LP	
Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung setzt den Übungsnachweis voraus. Die Modalitäten der Modulabschlussprüfung werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Analysis II a) Topologie des n-dimensionalen euklidischen Raumes b) Differentiation in mehreren Veränderlichen c) Extrema ohne und mit Nebenbedingungen, implizite Funktionen d) Mehrfache Riemann-Integrale, Parameterintegrale und ihre Parameterabhängigkeit e) Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichungen: Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen, Lösungsmethoden	P	Vorlesung	4	6 LP
Voraussetzung: Grundlagen aus der Analysis I, Grundlagen aus der Linearen Algebra I					
b	Übung zu Analysis II Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	P	Übung	2	3 LP

RM Rechenmethoden der Physik					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en beherrschen elementare analytischen Rechentechniken, - insbesondere zur Vektorrechnung, Differentiation und Integration sowie Differentialgleichungen. - Sie kennen die grundlegenden Methoden der Datenanalyse - und sind in der Lage diese mit Hilfe von Computern auf anzuwenden. - Sie können algebraischen Programmen (Matlab, Mathematica oder Maple) als Hilfsmittel nutzen. 			P	0/180	4 LP
Voraussetzung: Keine formalen Voraussetzungen					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
unbenotete Studienleistung		Schriftliche Hausarbeit	-	Modulteil(e) b	4 LP
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Rechenmethoden der Physik Vektorrechnung - Elementare Vektorrechnung - Vektorraum und Skalarprodukt - Vektorprodukte, Matrizen und Determinanten - Lineare Transformationen und Gleichungssysteme Differentiation - Rechenregeln der Differentiation in einer Dimension - Divergenz und Rotation - Taylorreihe Differentialgleichungen - gewöhnliche Differentialgleichungen - partielle Differentialgleichungen Integration - Rechenregeln der Integration in einer Dimension - Mehrdimensionale Integrale und Wegintegrale - Oberflächen und Volumenintegrale - Gaußscher und Stokesscher Satz Statistische Methoden zur Datenanalyse - Mittelwert, Median, Standardabweichung, Varianz - Fehlerfortpflanzung - Statistische Verteilungsfunktionen - Lineare Regression und Nichtlineare Regression - Korrelationsanalysen	P	Vorlesung	3	3 LP

(Fortsetzung)						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
b	II Übungen	P	Übung	1	1 LP	
	Einführung in Linux und Computeralgebra-Programme Übungsaufgaben zur Vorlesung					

MM Mathematische Methoden						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en beherrschen spezielle Techniken und Funktionen in der Physik - und kennen mathematische Rechenmethoden, die in den Modulen TP2-TP4 verwendet werden. - Sie können mathematischen Lösungsansätzen auf physikalische Probleme übertragen. 			P	0/180	6 LP	
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-	Modulteil(e) b		6 LP
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	MM-V Mathematische Methoden	<ul style="list-style-type: none"> - Fourieranalyse: Fourierreihen, Fourierintegraltheorem und Fouriertransformation - Distributionen: Allgemeine Definition und Rechnen mit Distributionen, Dirac-Delta-Distribution, Distributionen auf Mannigfaltigkeiten - Orthogonale Polynome: Legendre, Hermite, Laguerre, Tschebyscheff, ..., Besselfunktionen, ... - Kugelflächenfunktionen: Assoziierte Legendre Funktionen, Kugelflächenfunktionen in der Anwendung - Funktionentheorie: Komplexe Funktionen, Cauchy-Integralsatz, Residuensatz und Laurentreihen, Anwendungen in der Physik 	P	Vorlesung	3	3 LP
b	MM-Ü Übungen	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in Linux und Computeralgebra-Programme - Übungsaufgaben zur Vorlesung 	P	Übung	1	3 LP

Informatik

Die Absolvent(inn)en besitzen eine grundlegende Methodenkompetenzen aus dem Bereich der Informatik.

- Sie besitzen eine Grundkompetenz bei der physikalischen Modellierung von Aufgabenstellungen
- und der programmtechnischen Umsetzung von praxisorientierten Lösungsstrategien.
- Sie besitzen Kenntnisse in rechnergestützter Simulation, mathematischer Software, Visualisierung und Programmierung

Die Absolvent(inn)en erlangen Schlüsselqualifikationen in

- Sie kennen die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens mit Hilfe eines Computers und verschiedener Software.

PI Praktische Informatik

Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
- Die Absolvent(inn)en besitzen Grundkenntnisse in Zahlensysteme, Rechnerarchitekturen und Betriebssysteme - und kennen den Aufbau und die Grundstrukturen von Programmiersprachen. - Sie sind in der Lage Programme in Java oder C zu erstellen und - und kennen Entwicklungsumgebungen zur Erstellung von C-Programmen. - Sie können physikalische Problemstellungen mit Hilfe von Programmen bearbeiten.			P	0/180	6 LP
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene 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

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	I Praktische Informatik	P	Vorlesung	2	2 LP
	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in Zahlensysteme und Rechnerarchitektur - Programmierung von Computer: Maschinensprache, Assembler, höhere Programmiersprachen - Konzepte von Betriebssystemen - Grundstrukturen des Programmierens am Beispiel Java oder C - Algorithmen - Objektorientiertes Programmieren - Programmierumgebungen - Lauffähige Programme erstellen - Sourcecode-Debugging von Programmen - Einführung in Anwendungsprogramme zur Lösung physikalischer Probleme, z.B. Funktionen, Daten und Fehler darstellen, numerische Verfahren 				
b	II Praktikum Informatik	P	Praktikum	2	4 LP
	Umsetzung von Algorithmen aus den verschiedenen Bereichen der Informatik und Physik				

Vertiefungsfach

Die Absolvent(inn)en besitzen in einem weiteren Teilgebiet der Physik eine vertiefte Methodenkompetenzen.

- Sie sind fähig zum Erkennen physikalischer Zusammenhänge und Symmetrien und ihrer Analyse,
- Sie haben ein verstärktes Verständnis für die Bedeutung physikalischer Begriffs- und Theoriebildungen,
- Sie besitzen eine Grundkompetenz bei der physikalischen Modellierung von Aufgabenstellungen

Die Absolvent(inn)en erlangen Schlüsselqualifikationen in

- Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens

Es muss ein Modul aus den Komponenten a-e gewählt werden.

BV Bachelor Vertiefungsmodul							
Lernziele/ Kompetenzen				P / WP	Gewicht der Note		Workload
Die Absolvent(inn)en besitzen ein vertieftes Verständnis in einem Schwerpunkt (Atmosphärenphysik, Kondensierte Materie oder Teilchenphysik) der Fachgruppe und kennen spezielle Methoden und Techniken aus dem jeweiligen Schwerpunkt.				P	0/180		6 LP
Nachweise				Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)		30 min. Dauer		ganzes Modul	
Es muss genau ein Modul aus den Komponenten a-e gewählt werden.							
Komponenten		Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	ATM Einführung in die Atmosphärenphysik	- Grundgleichungen und Definitionen - Atmosphärische Thermodynamik - Strahlung im System Atmosphäre - Globale Energiebilanz und Treibhauseffekt - Spurengase und Photochemie - Dynamik der Atmosphäre - Atmosphärische Zirkulation - Kopplung von Chemie und Transport - Äußere Einflüsse auf die Atmosphäre - Ionosphäre und Magnetosphäre		WP	Vorlesung/ Übung	6	6 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b	BGV Bildgebende Verfahren – Digitale Bildverarbeitung in der medizinischen Physik	WP	Vorlesung/ Übung	6	6 LP
	<ul style="list-style-type: none"> • Bildgebende Verfahren <p>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 orts aufgelöste Materialbestimmung, biologische Strahlenwirkung und Strahlenschutz, Ultraschallbildgebung (Physikalische Grundlagen, Methoden, technische Komponenten)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Bildverarbeitung in der medizinischen Physik <p>Hierarchie der Bildverarbeitungsoperationen, Digitalisierung von Bild- daten, 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</p>				

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
c	GETA Grundlagen der Elementarteilchenphysik und Teilchenastrophysik	WP	Vorlesung/ Übung	6	6 LP
	<ul style="list-style-type: none"> - Feynman-Diagramme und ihre Anwendung auf Wirkungsquerschnitte und Zerfallsraten - Vertieftes Verständnis des Standardmodells und seiner theoretischen Konzepte - Intensivierte Behandlung eines oder mehrerer ausgewählter Phänomene, wie z.B. elektroschwache Symmetriebrechung, Präzisions-Physik, QCD-Observablen, Flavour-Physik - Teilchen-, Gamma- und Neutrino-Strahlung aus dem Kosmos: Entstehung, Nachweis und offene Fragen - Dunkle Materie - Zusammenhänge zwischen Teilchenphysik, Astroteilchenphysik und Kosmologie 				
d	TFP Theoretische Festkörperphysik	WP	Vorlesung/ Übung	6	6 LP
	<ul style="list-style-type: none"> - Hamiltonoperator der Festkörpertheorie - Adiabatisches Prinzip - Kristallgitter und Symmetrien - Blochsches Theorem - Phononen und Thermodynamik der Gitterschwingungen - Neutronenstreuung am Kristall - Bändermodell - Transportphänomene - optische Eigenschaften 				

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
e EFP 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. Spektroskopie von ionischen Fehlstellen, Exzitonen - Moderne Spektrometer und deren Lichtquellen, Monochromatoren und Detektoren.	WP	Vorlesung/ Übung	6	6 LP

Bachelor-Arbeit

BA Bachelor-Arbeit mit Abschlusskolloquium						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Absolvent(inn)en können ein vorgegebenes Thema nach wissenschaftlichen Kriterien bearbeiten - und sind in der Lage innerhalb einer gegebenen Zeitfrist ein strategisches Konzept zu planen und umzusetzen. - Sie sind in der Lage einen umfassenden Bericht in schriftlicher Form über ihr Arbeitsgebiet zu erstellen - und die gewonnenen Erkenntnisse in mündlicher Form unter Einsatz von Medien zu präsentieren. 			P	14/180	14 LP	
Voraussetzung:						
Nachweis von mindestens 135 LP, darin enthalten sein müssen die Module: RM, MM, EP1, EP2, AP, APP, TP1, TP2 oder TP3, G.Ana1, G.Ana2, G.LinAlg, Pl.						
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Teil der Modulabschlussprüfung	Schriftliche Hausarbeit (2-mal wiederholbar)	-	ganzes Modul		12 LP	
Teil der Modulabschlussprüfung	Präsentation mit Kolloquium (Entwurf und Präsentation) (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul		2 LP	
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Abschlusskolloquium	Präsentation und Diskussion von Bachelor-Arbeiten	P	Seminar	2	2 LP
b	Bachelor-Arbeit	Erstellen einer Abschlussarbeit im zeitlichen Umfang von 3 Monaten	P	Projekt	0	12 LP