



HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Modulhandbuch für die Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (vorläufig, Stand 07.10.2019)

Liebe Studierende,

die hier vorliegende überarbeitete Version des Modulhandbuchs für die Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik enthält Informationen über Module, die gemäß der ab dem Wintersemester 2019/20 geltenden Prüfungsordnung belegt werden können. In der Regel haben diese Beschreibungen auch Gültigkeit für Module, die im Rahmen der Bachelorstudiengänge bereits vor dem Wintersemester 2019/20 angeboten wurden. In Einzelfällen gibt es jedoch Abweichungen z.B. bezüglich der Modul Inhalte oder der Bewertung mit Leistungspunkten.

Die Modulbeschreibungen enthalten die wichtigsten Informationen zu den einzelnen Modulen, insbesondere

- Das zentrale Fachwissen, die experimentellen/technologischen Fähigkeiten (*Fertigkeiten*) und die sonstigen, allgemeineren Fähigkeiten zu Wissenstransfer, Kommunikationstechniken, wissenschaftlichem Arbeiten usw. (*Kompetenzen*);
- Die Art und den Umfang der Veranstaltungen sowie die modulspezifischen Prüfungsmodalitäten;
- Literaturangaben und
- Angabe derjenigen Module, auf denen das Modul aufbaut (*Voraussetzungen*).

Die detaillierten Regelungen zum Ablauf Ihres Studiums und zu den allgemeinen Prüfungsmodalitäten finden sich in der Prüfungsordnung, auf die sich dieses Modulhandbuch bezieht.

Prof. Dr. Axel Görlitz (axel.goerlitz@uni-duesseldorf.de)

Prof. Dr. Thomas Heinzl (thomas.heinzl@uni-duesseldorf.de)

Inhaltsverzeichnis

1. Ziele und Lernergebnisse.....	4
1.1 Bachelorstudiengang Physik.....	4
1.2 Bachelorstudiengang Medizinische Physik.....	7
2. Studienpläne.....	11
2.1 Bachelorstudiengang Physik.....	11
2.2 Bachelorstudiengang Medizinische Physik.....	12
3. Module der Bachelorstudiengänge.....	13
3.1 Pflichtbereich Physik.....	13
Abschlussseminar (BSc Physik).....	13
Elektrizität und Magnetismus.....	14
Experimentelle Atomphysik.....	15
Experimentelle Festkörperphysik.....	16
Experimentelle Mechanik.....	18
Experimentelle Thermodynamik.....	19
Kern- und Elementarteilchenphysik.....	20
Mathematische Methoden der Physik I.....	22
Mathematische Methoden der Physik II.....	23
Optik.....	24
Quantenmechanik.....	25
Seminar zur Physik.....	26
Spezialisierung (BSc Physik).....	27
Statistische Mechanik.....	28
Theoretische Elektrodynamik.....	29
Theoretische Mechanik.....	30
3.2 Pflichtbereich Medizinische Physik.....	31
Abschlussseminar (BSc Medizinische Physik).....	31
Grundlagen der Medizinischen Physik.....	32
Seminar zur Medizinphysik.....	33
Spezialisierung (BSc Medizinische Physik).....	34
3.3 Pflichtbereich Praktikum.....	35
Medizinphysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum.....	35
Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum.....	36
Physikalisches Grundpraktikum I.....	37
Physikalisches Grundpraktikum II.....	38
Physikalisches Programmierpraktikum.....	39
3.4 Pflichtbereich Mathematik.....	40
Analysis I.....	40
Lineare Algebra I.....	41
3.5 Pflichtbereich Biologie.....	42
Zell- und Molekularbiologie.....	42
3.6 Pflichtbereich Medizin.....	44
Anatomie.....	44

	Physiologie	45
3.7	Wahlpflichtbereich – Medizin/Medizinische Physik.....	46
	Bildgebende Verfahren	46
	Einführung in die Strahlentherapie	47
	Humangenetik	48
	Radiologische Bildgebung.....	49
	Terminologie der Medizin	50
3.8	Wahlpflichtbereich – Mathematik.....	51
	Analysis II	51
	Analysis III	52
	Computergestützte Mathematik zur Analysis.....	53
	Computergestützte Mathematik zur Linearen Algebra.....	54
	Funktionentheorie	55
	Lineare Algebra II	56
	Numerik I.....	57
	Stochastik.....	58
3.9	Wahlpflichtbereich - Allgemein.....	59
	Elektronik.....	59
	Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie	60
	Prinzipien der Organischen Chemie.....	61
	Algorithmen und Datenstrukturen.....	62
	Einführung Rechnernetze, Datenbanken und Betriebssysteme	63
	Programmierung.....	64
	Rechnerarchitektur	65
	Allgemeine Psychologie II.....	66
	Biologische Psychologie	67
3.10	Bachelorarbeit	68
	Bachelorarbeit (Medizinische Physik)	68
	Bachelorarbeit (Physik).....	69

1. Ziele und Lernergebnisse

1.1 Bachelorstudiengang Physik

Die zweigeteilte Zielsetzung des Physikstudiums mit Betonung eines soliden, breiten Grundlagenwissens im Bachelorstudium und mit mehrgleisiger Vertiefung bis hin zum aktuellen Forschungsstand im Masterstudium erfolgt im Hinblick auf die sehr diversifizierte Berufspraxis der Physikerinnen und Physiker. Angesichts der kurzen Halbwertszeiten neuerer Entwicklungen im *HighTech*-Bereich und allgemein in der technischen Entwicklung haben die langfristig stabilen Grundlagen des Fachs Physik als nicht dem zeitlichen Verfall unterliegendes Wissen zunehmende Bedeutung. Andererseits wird auch und immer öfter die Fähigkeit gebraucht, sich in ständig neuen und zunehmend komplexen Spezialgebieten vertiefte Kenntnisse anzueignen, bis hin zum aktuellen Stand des Wissens.

Nicht die Ausbildung auf ein gewisses Spezialgebiet hin ist es, was für Physiker(innen) vor allem im außeruniversitären Bereich zählt, sondern die Fähigkeit, sich auf einer soliden Basis in jedes Spezialgebiet rasch einzuarbeiten zu können.

Das **Bachelorstudium** der Physik soll den Studierenden die grundlegenden fachlichen Kenntnisse, Fertigkeiten und Methoden vermitteln, die zu qualifiziertem und verantwortlichem Handeln in der Berufspraxis erforderlich sind. Insbesondere sollen die Absolventen darauf vorbereitet sein, wissenschaftliche und technische Fortschritte in ihre berufliche Tätigkeit einzubeziehen und sich somit flexibel auf Veränderungen in den Anforderungen der Berufswelt einzustellen.

Um diese Ziele des Studiengangs zu erreichen, werden neben spezifischen Fachkenntnissen, theoretischen Konzepten und experimentellen Techniken auch Methoden zum Wissenstransfer, zur wissenschaftlichen Kommunikation und zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit vermittelt. Hierbei werden die Studierenden durch aufeinander aufbauende Lernziele vom Kenntnisstand eines Studienanfängers zu den Studienzielen geführt. Die einzelnen Lernergebnisse der Module sind in den Modulbeschreibungen festgelegt und werden durch darauf abgestimmte Lehrmethoden und Prüfungsformen sichergestellt. Die folgende Klassifikation der Module in vier Lernergebnis-Stufen gibt eine Übersicht über die sukzessive Vermittlung der Lernziele und den damit verbundenen Zuwachs an Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen, von Studienbeginn bis zum Abschluss des Studiums mit der Bachelorarbeit.

Stufe 1 wird aus den Modulen Experimentelle Mechanik, Optik, Mathematische Methoden I, Analysis I und Lineare Algebra I gebildet. In den Modulen Experimentelle Mechanik und Optik werden die entsprechenden grundlegenden physikalischen Phänomene anhand von Experimenten demonstriert und daraus Gesetzmäßigkeiten abgeleitet. Die Studierenden vertiefen das Gelernte durch das Lösen von Übungsaufgaben, welche eigenständig oder in Kooperation mit wenigen Kommilitonen bearbeitet werden. Wesentlicher Teil der Übungen ist das Vortragen der Lösungen an der Tafel während der Besprechung. Dadurch lernen die Studierenden, das Erarbeitete didaktisch aufzuarbeiten und in Form von kurzen Beiträgen im Umfang von wenigen Minuten verständlich vorzutragen. In ähnlicher Form werden in den Modulen Mathematische Methoden I, Analysis I und Lineare Algebra I die entsprechenden mathematischen Inhalte erarbeitet. Haben die Studierenden demonstriert, dass sie in der Lage sind, selbständig die fachspezifischen Probleme zu lösen und über die Lösungen mündlich zu

referieren, so werden sie zur Modulprüfung zugelassen, die in der Regel schriftlich abgelegt wird und sich an den Stil der Übungsaufgaben anlehnt.

In den Modulen der **Stufe 2** werden weitere Fachkenntnisse nach der Methodik der Stufe 1 vermittelt, wobei zusätzlich Wissenstransfer in eng umgrenzten Rahmen aus (maximal drei) vorgeschalteten Modulen erlernt wird. Dadurch steigen Umfang und die Komplexität der Fragestellungen, was sich auch in den Übungsaufgaben widerspiegelt. Die Module Elektrizität und Magnetismus, Theoretische Mechanik, Mathematische Methoden II, Experimentelle Thermodynamik, die Physikalischen Grundpraktika I+II und das Physikalische Programmierpraktikum sind dieser Stufe zuzuordnen.

In Stufe 2 kommen neue Konzepte hinzu, die für die Ausbildung zum Physiker zentral sind. Erstens wird die Methodik der theoretischen Physik am Beispiel der Theoretischen Mechanik eingeführt, welche komplementär zu der induktiven Vorgehensweise in der Experimentellen Mechanik zu sehen ist und die umfassende Anwendung der in den Modulen Mathematische Methoden I und Analysis I erworbenen Fertigkeiten erfordert.

Zweitens wird im Physikalischen Grundpraktikum vermittelt, wie das Wissen aus den Experimentalphysik-Modulen aus Stufe 1 und 2 auf das Verständnis und die Durchführung vorbereiteter Laborversuche angewandt wird. Hierbei werden grundlegende handwerklich-experimentelle Techniken wie sauberes Experimentieren, genaues Beobachten und akribisches Dokumentieren, der Umgang mit potentiellen Gefahren im Labor oder Fehlerbetrachtungen erlernt. Die intensive Interaktion zwischen Studierenden in Kleingruppen (typisch zwei Studierende) und Dozierenden ist für das Erreichen dieser Lernziele essenziell. Aus diesem Grund fließt im Physikalischen Grundpraktikum der praktischen experimentellen Arbeit in die Bewertung ein. Im Physikalische Programmierpraktikum werden die experimentellen Kompetenzen durch die Fähigkeit zur computergestützten Datenauswertung und Ansteuerung experimenteller Komponenten ergänzt.

Im Physikalischen Grundpraktikum II wählen die Studierenden aus dem bislang vermittelten Fundus eine einzelne Fragestellung aus, mit der sie sich in Gruppen von ca. 6 Studierenden intensiv experimentell befassen möchten. Didaktisch treten so wesentliche Elemente neu hinzu, insbesondere der unter Anleitung selbständige Aufbau eines Experiments, was neben kommunikativen auch organisatorische Kompetenzen vermittelt, sowie die Durchführung eines Experimentes, bei dem das Resultat nicht bereits wohlbekannt ist. Die Prüfungsleistung ist eine mündliche Gruppenprüfung, in der die Studierenden Ihre experimentelle Vorgehensweise und Ihre Ergebnisse mit den Prüfern diskutieren. Den Abschluss des Physikalischen Grundpraktikums II bildet eine Posterpräsentation, in der die experimentellen Ergebnisse öffentlich vorgestellt werden.

Der Wahlpflichtbereich, in dem insbesondere Module aus anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern gewählt werden sollen, ist abhängig vom spezifischen Modul entweder der Stufe 1 oder der Stufe 2 zuzuordnen.

Stufe 3 beinhaltet Module, zu deren Meisterung umfangreiches Fachwissen aus einer Vielzahl von bereits absolvierten Modulen zusammengetragen, verknüpft und angewandt werden muss. Diese Module (Theoretische Elektrodynamik, Experimentelle Atomphysik, Quantenmechanik, Experimentelle Festkörperphysik, Kern- und Elementarteilchenphysik, Statistische Mechanik, das Physikalische Fortgeschrittenen-Praktikum und das Seminar zur Physik) dienen neben der

üblichen Vermittlung von Fachwissen dazu, das Gebäude der Physik als einheitliches Ganzes zu begreifen und übergeordnete Konzepte, die in vielen Modulen eine Rolle spielen, zu erkennen und anzuwenden. Beispiele sind thermodynamische Betrachtungen bzgl. Energie oder Entropie, relativistische Effekte, die Unschärferelation oder der Welle-Teilchen-Dualismus, um nur einige wenige zu nennen. Die zentralen Lernziele in Stufe 3 lassen sich wie folgt konkretisieren.

Erstens wird anhand der Experimentellen Atomphysik und der Quantenmechanik die Quantenphysik als Grundlage der nahezu gesamten modernen Physik eingeführt. Ein wesentliches Lernziel hierbei ist es zu vermitteln, wie die Quantenphysik und die zuvor gelehrtten klassischen Gebiete zusammenhängen. Die Studierenden lernen die anschaulichen Bilder der klassischen Physik auf die abstrakte Quantenphysik zu übertragen. In den nachfolgenden Modulen Experimentelle Festkörperphysik, Statistische Mechanik und Kernphysik sind dann komplexe Transferleistungen zwischen der klassischen Mechanik und der Quantenmechanik an der Tagesordnung. Die übliche Prüfungsform ist in diesem Bereich wiederum das Lösen und Vorrechnen von Übungsaufgaben sowie eine schriftliche Prüfung.

Zweitens werden derart vielschichtige Transferleistungen auch bezüglich der experimentellen Arbeit im Labor erlernt. Im Physikalischen Fortgeschrittenen-Praktikum werden einerseits moderne experimentelle Techniken erlernt und andererseits Experimente an sehr forschungsnahen experimentellen Aufbauten durchgeführt. Dieses Praktikum unterscheidet sich von den Grundpraktika durch eine erhöhte Komplexität der Versuchsaufbauten und der Interpretation der Ergebnisse, die einen umfassenden Transfer des bis zu diesem Zeitpunkt erworbenen Wissens erfordert. Die Prüfungen im Fortgeschrittenen-Praktikum setzen sich aus mündlichen An- und Abtestaten und schriftlichen Berichten zusammen.

Im Seminar zur Physik müssen die Studierenden einen bewerteten ca. zwanzigminütigen Vortrag über ein vorgegebenes wissenschaftliches Thema halten. Hierdurch werden die Studierenden an die Vorbereitung und das mündliche Vortragen einer wissenschaftlichen Präsentation herangeführt.

Im Rahmen der **Module der Stufe 4** (Spezialisierung, Abschluss-Seminar und Bachelorarbeit) arbeiten sich die Studierenden unter Anleitung tief in eine vorausgewählte Thematik ein und wenden diese in der Bachelorarbeit im Rahmen eines eigenen Forschungsprojekts oder der Mitarbeit in einem größeren Forschungsprojekt an. Neben den Transferleistungen der Stufe 3 kommen hier neue Fertigkeiten und Kompetenzen hinzu. Es wird vermittelt (*Spezialisierung*), dass wissenschaftliches Arbeiten nur bei umfassender Kenntnis des Spezialgebietes möglich ist und auf welche Art und Weise dieses Fachwissen erarbeitet werden kann (Literatur-Recherche in Fachzeitschriften, Diskussion mit Spezialisten usw.). In der Bachelorarbeit erlernen die Studierenden, in einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe mitzuwirken, was neben der Fachkenntnis auch das Erlernen fachspezifischer Kommunikationskompetenzen erfordert. Die Studierenden erlernen, einen wissenschaftlichen Bericht über eigene Arbeiten und Ergebnisse zu verfassen (Bachelorarbeit) sowie diese mündlich vor einem breiten Auditorium zu kommunizieren (Abschluss-Seminar). Dieses Seminar baut die im Rahmen des Seminars zur Physik erworbenen Kompetenzen erheblich aus.

1.2 Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Die Medizinische Physik ist ein interdisziplinäres Forschungs- und Berufsfeld. Physikalische Entdeckungen und Entwicklungen haben seit vielen Generationen die Möglichkeiten der Medizin entscheidend mitbestimmt. W. C. Röntgen offenbarte bereits im Jahr 1896 der Öffentlichkeit das Potential der von ihm entdeckten Strahlung durch die berühmte Röntgenaufnahme vom Knochenskelett einer Hand. Auch heute sind die Auswirkungen der Physik auf die Medizin enorm. Konzepte der Atom- und der Festkörperphysik sind beispielsweise für die Magnetresonanztomographie (MRT) essentiell, während bei der Positronen-Emissionstomographie (PET) und in der Strahlentherapie die Kernphysik eine zentrale Rolle spielt. Laser wiederum haben in ein breites Feld von medizinischen Anwendungen Einzug gefunden, das sich von der Augenheilkunde über die Chirurgie bis hin zur Forensik erstreckt. Physikalische Großforschungseinrichtungen werden häufig auch zur Diagnostik und/oder zur Therapie in Anspruch genommen. In den letzten Jahren hielt zudem die Nanophysik verstärkt Einzug in die Medizin. Sie beinhaltet zum Beispiel den Einsatz fluoreszierender Nanopartikel als Biomarker oder die Charakterisierung von Oberflächen auf atomarer Skala.

Aus solchen Beispielen ergibt sich eine Relevanz des Forschungsfeldes „Physik für die Medizin“. Der starke Einsatz physikalisch anspruchsvoller Konzepte und Apparaturen in der Medizin eröffnet ein Arbeitsfeld für entsprechend ausgebildete akademische Kräfte

- in der interdisziplinären medizinphysikalischen Grundlagenforschung;
- im klinischen Bereich bei der Betreuung und Weiterentwicklung der Konzepte und Gerätschaften;
- in der industriellen Medizintechnik.

Die Studiengänge Medizinische Physik sollen die Studierenden an dieses Wissenschafts- und Berufsfeld zielgerichteter heranführen als dies im Rahmen eines konventionellen Studiengangs „Physik“ möglich ist. Wir möchten auf diese Weise eine zukunftsweisende, auf Interdisziplinarität ausgelegte attraktive Ausbildung anbieten, welche den Anforderungsprofilen der Medizinischen Physik Rechnung trägt.

Der **Bachelor**studiengang Medizinische Physik soll den Studierenden die grundlegenden fachlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden vermitteln, die zu qualifiziertem und verantwortlichem Handeln in im Berufsfeld der Medizinphysik erforderlich sind. Wichtig sind hierbei nicht nur eine Kombination eines breiten und fundierten Wissens in Physik mit Grundkenntnissen der Medizin, sondern auch die Befähigung, die Denkweisen und Paradigmen von Mediziner(inne)n zu verstehen und mit denjenigen der Physiker(innen) vereinbaren zu können.

Darüber hinaus sollen die Absolventen darauf vorbereitet sein, wissenschaftliche und technische Fortschritte in ihre berufliche Tätigkeit einzubeziehen und sich somit flexibel auf Veränderungen in den Anforderungen der Berufswelt einzustellen.

Um diese Ziele des Studiengangs zu erreichen, werden neben spezifischen Fachkenntnissen, theoretischen Konzepten und experimentellen Techniken auch Methoden zum Wissenstransfer, zur wissenschaftlichen Kommunikation und zur selbständigen

wissenschaftlichen Arbeit vermittelt. Hierbei werden die Studierenden durch aufeinander aufbauende Lernziele vom Kenntnisstand eines Studienanfängers zu den Studienzielen geführt. Die einzelnen Lernergebnisse der Module sind in den Modulbeschreibungen festgelegt und werden durch darauf abgestimmte Lehrmethoden und Prüfungsformen sichergestellt. Die folgende Klassifikation der Module in vier Lernergebnis-Stufen gibt eine Übersicht über die sukzessive Vermittlung der Lernziele und den damit verbundenen Zuwachs an Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen, von Studienbeginn bis zum Abschluss des Studiums mit der Bachelorarbeit.

Stufe 1 wird aus den Modulen Experimentelle Mechanik, Optik, Mathematische Methoden I, Analysis I, Lineare Algebra I und Zell- und Molekularbiologie gebildet. Es werden keine Fachkenntnisse vorausgesetzt. In den Modulen Experimentelle Mechanik und Optik werden die entsprechenden grundlegenden physikalischen Phänomene anhand von Experimenten demonstriert und daraus Gesetzmäßigkeiten abgeleitet. Die Studierenden vertiefen das Gelernte durch das Lösen von Übungsaufgaben, welche eigenständig oder in Kooperation mit wenigen Kommilitonen bearbeitet werden. Wesentlicher Teil der Übungen ist das Vortragen der Lösungen an der Tafel während der Besprechung. Dadurch lernen die Studierenden, das Erarbeitete didaktisch aufzuarbeiten und in Form von kurzen Beiträgen im Umfang von wenigen Minuten verständlich vorzutragen. In ähnlicher Form werden in den Modulen Mathematische Methoden I, Analysis I und Lineare Algebra I die entsprechenden mathematischen Inhalte erarbeitet. Haben die Studierenden demonstriert, dass sie in der Lage sind, selbständig die fachspezifischen Probleme zu lösen und über die Lösungen mündlich zu referieren, so werden sie zur Modulprüfung zugelassen, die in der Regel schriftlich abgelegt wird und sich an den Stil der Übungsaufgaben anlehnt.

In den Modulen der **Stufe 2** werden weitere Fachkenntnisse nach der Methodik der Stufe 1 vermittelt, wobei zusätzlich Wissenstransfer in eng umgrenzten Rahmen aus (maximal drei) vorgeschalteten Modulen erlernt wird. Dadurch steigen Umfang und die Komplexität der Fragestellungen, was sich auch in den Übungsaufgaben widerspiegelt. Die Module Elektrizität und Magnetismus, Theoretische Mechanik, Mathematische Methoden II, Experimentelle Thermodynamik, die Physikalischen Grundpraktika I und II, das Physikalische Programmierpraktikum, Anatomie und Physiologie, sind dieser Stufe zuzuordnen.

In Stufe 2 kommen neue Konzepte hinzu, die für die Ausbildung zum Physiker zentral sind.

Erstens wird die Methodik der theoretischen Physik am Beispiel der Theoretischen Mechanik eingeführt, welche komplementär zu der induktiven Vorgehensweise in der Experimentellen Mechanik zu sehen ist und die umfassende Anwendung der in den Modulen Mathematische Methoden I sowie Analysis I und Lineare Algebra I erworbenen Fertigkeiten erfordert.

Zweitens wird im Physikalischen Grundpraktikum I vermittelt, wie das Wissen aus den Experimentalphysik-Modulen aus Stufe 1 auf das Verständnis und die Durchführung vorbereiteter Laborversuche angewandt wird. Hierbei werden grundlegende handwerklich-experimentelle Techniken wie sauberes Experimentieren, genaues Beobachten und akribisches Dokumentieren, der Umgang mit potentiellen Gefahren im Labor oder Fehlerbetrachtungen erlernt. Die intensive Interaktion zwischen Studierenden in Kleingruppen (typisch zwei Studierende) und Dozierenden ist für das Erreichen dieser Lernziele essenziell. Aus diesem Grund fließt im Physikalischen Grundpraktikum der praktischen experimentellen Arbeit in die

Bewertung ein. Im Physikalische Programmierpraktikum werden die experimentellen Kompetenzen durch die Fähigkeit zur computergestützten Datenauswertung und Ansteuerung experimenteller Komponenten ergänzt.

Im Physikalischen Grundpraktikum II wählen die Studierenden aus dem bislang vermittelten Fundus eine einzelne Fragestellung aus, mit der sie sich in Gruppen von ca. 6 Studierenden intensiv experimentell befassen möchten. Didaktisch treten so wesentliche Elemente neu hinzu, insbesondere der unter Anleitung selbständige Aufbau eines Experiments, was neben kommunikativen auch organisatorische Kompetenzen vermittelt, sowie die Durchführung eines Experimentes, bei dem das Resultat nicht bereits wohlbekannt ist. Die Prüfungsleistung ist eine mündliche Gruppenprüfung, in der die Studierenden Ihre experimentelle Vorgehensweise und Ihre Ergebnisse mit den Prüfern diskutieren. Den Abschluss des Physikalischen Grundpraktikums II bildet eine Posterpräsentation, in der die experimentellen Ergebnisse öffentlich vorgestellt werden.

Der Wahlpflichtbereich, in dem insbesondere Module aus anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern gewählt werden sollen, ist abhängig vom spezifischen Modul entweder der Stufe 1 oder der Stufe 2 zuzuordnen.

Stufe 3 beinhaltet Module, zu deren Meisterung umfangreiches Fachwissen aus einer Vielzahl von bereits absolvierten Modulen zusammengetragen, verknüpft und angewandt werden muss. Diese Module (Theoretische Elektrodynamik, experimentelle Atomphysik, Quantenmechanik, Medizinphysik, Seminar zur Medizinphysik, Kern- und Elementarteilchenphysik und das Fortgeschrittenen-Praktikum) dienen neben der üblichen Vermittlung von Fachwissen dazu, das Gebäude der Physik als einheitliches Ganzes zu begreifen und übergeordnete Konzepte, die in vielen Modulen eine Rolle spielen, zu erkennen und anzuwenden. Beispiele sind thermodynamische Betrachtungen bzgl. Energie oder Entropie, relativistische Effekte, die Unschärferelation oder der Welle-Teilchen-Dualismus, um nur einige wenige zu nennen. Die zentralen Lernziele in Stufe 3 lassen sich wie folgt konkretisieren.

Erstens wird anhand der Experimentellen Atomphysik und der Quantenmechanik die Quantenphysik als Grundlage der nahezu gesamten modernen Physik eingeführt. Ein wesentliches Lernziel hierbei ist es zu vermitteln, wie die Quantenphysik und die zuvor gelehrt klassischen Gebiete zusammenhängen. Die Studierenden lernen die anschaulichen Bilder der klassischen Physik auf die abstrakte Quantenphysik zu übertragen. In den nachfolgenden Modulen Medizinphysik und Kern- und Elementarteilchenphysik sind dann komplexe Transferleistungen an der Tagesordnung. Die übliche Prüfungsform ist in diesem Bereich wiederum das Lösen und Vorrechnen von Übungsaufgaben sowie eine schriftliche Prüfung.

Im Medizinphysikalischen Fortgeschrittenen-Praktikum werden einerseits moderne experimentelle Techniken erlernt und andererseits Experimente an sehr forschungsnahen experimentellen Aufbauten durchgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf fortgeschrittenen Versuchen zur Anwendung von physikalischen Technologien in der Medizin. Dieses Praktikum unterscheidet sich von den Grundpraktika durch eine erhöhte Komplexität der Versuchsaufbauten und der Interpretation der Ergebnisse, die einen umfassenden Transfer des bis zu diesem Zeitpunkt erworbenen Wissens erfordert. Die Prüfungen im Praktikum für Fortgeschrittene setzen sich aus mündlichen An- und Abtestaten und schriftlichen Berichten

zusammen. Zudem beinhaltet das Fortgeschrittenen-Praktikum einen bewerteten ca. zwanzigminütigen Vortrag über ein vorgegebenes wissenschaftliches Thema. Hierdurch werden die Studierenden an die Vorbereitung und das mündliche Vortragen einer wissenschaftlichen Präsentation herangeführt.

Drittens wird in dem Modul Medizinphysik einerseits die Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Konzepte auf medizinisch relevante Fragestellungen erlernt, andererseits werden Themen, die bereits in den Modulen Anatomie, Biologie und Physiologie aus medizinisch-biologischer Sicht behandelt wurden, durch eine physikalische Beschreibung ergänzt. Das Modul Medizinphysik bildet somit, ebenso wie die im Bereich Spezialisierung angebotenen Module, eine entscheidende Komponente beim Aufbau der Schnittstellenkompetenz zwischen Medizin und Physik.

Das Modul Seminar zur Medizinphysik beinhaltet auch einen ca. zwanzigminütigen Vortrag über ein vorgegebenes wissenschaftliches Thema der Medizinphysik. Hierdurch werden die Studierenden an die Vorbereitung und das mündliche Vortragen einer wissenschaftlichen Präsentation herangeführt.

Im Rahmen der **Module der Stufe 4** (Spezialisierung, Abschluss-Seminar und Bachelorarbeit) arbeiten sich die Studierenden unter Anleitung tief in eine vorausgewählte Thematik ein und wenden diese in der Bachelorarbeit im Rahmen eines eigenen Forschungsprojekts oder der Mitarbeit in einem größeren Forschungsprojekt an. Neben den Transferleistungen der Stufe 3 kommen hier neue Fertigkeiten und Kompetenzen hinzu. Es wird vermittelt (Spezialisierungsbereich), dass wissenschaftliches Arbeiten nur bei umfassender Kenntnis des Spezialgebietes möglich ist und auf welche Art und Weise dieses Fachwissen erarbeitet werden kann (Literatur-Recherche in Fachzeitschriften, Diskussion mit Spezialisten usw.). In der Bachelorarbeit erlernen die Studierenden, in einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe mitzuwirken, was neben der Fachkenntnis auch das Erlernen fachspezifischer Kommunikationskompetenzen erfordert. Die Studierenden erlernen einen wissenschaftlichen Bericht über eigene Arbeiten und Ergebnisse zu verfassen (Bachelorarbeit) sowie diese mündlich vor einem breiten Auditorium zu kommunizieren (Abschluss-Seminar). Dieses Seminar baut die im Rahmen des Medizinphysik-Seminars erworbenen Kompetenzen erheblich aus.

2. Studienpläne

2.1 Bachelorstudiengang Physik

Die Veranstaltungen des Bachelorstudiengangs Physik werden so angeboten, dass der reguläre Beginn im Wintersemester liegt. Zusätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, das Studium im Sommersemester aufzunehmen und nach einem modifizierten Studienplan zu studieren.

Studienplan Bachelor-Studiengang Physik (bei Beginn zum Wintersemester)					
1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Mathematische Methoden der Physik I 4V+3Ü (7 LP)	Mathematische Methoden der Physik II 4V+2Ü (6 LP)	Theoretische Elektrodynamik 4V+2Ü (8 LP)	Experimentelle Atomphysik 4V+1Ü (6 LP)	Experimentelle Festkörperphysik 4V+1Ü (6 LP)	Kern- und Elementarteilchenphysik 4V+1Ü (6 LP)
Experimentelle Mechanik 4V+1Ü (6 LP)	Theoretische Mechanik 4V+2Ü (8 LP)	Physikalisches Programmier-Praktikum 2V+3P (6 LP)	Quantenmechanik 4V+2Ü (8 LP)	Spezialisierung (6 LP)	Bachelorarbeit (12 LP)
Optik 4V+1Ü (6 LP)	Elektrizität und Magnetismus 4V+1Ü (6 LP)	Physikalisches Grundpraktikum II 6P (6 LP)	Experimentelle Thermodynamik 4V+1Ü (6 LP)	Statistische Mechanik 4V+2Ü (8 LP)	Abschluss-Seminar 2S (3 LP)
Analysis I 4V+2Ü (9 LP)	Physikalisches Grundpraktikum I 6P (5 LP)	Wahlpflichtbereich (27 LP)		Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum 6P (7 LP)	
	Lineare Algebra 1 4V+2Ü (9 LP)			Seminar zur Physik 2S (3 LP)	

2.2 Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Der Bachelorstudiengang Medizinische Physik kann nur im Wintersemester begonnen werden.

Studienplan Bachelor-Studiengang Medizinische Physik					
1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Mathematische Methoden der Physik I 4V+3Ü (7 LP)	Mathematische Methoden der Physik II 4V+2Ü (6 LP)	Theoretische Elektrodynamik 4V+2Ü (8 LP)	Experimentelle Atomphysik 4V+1Ü (6 LP)	Grundlagen der Medizinphysik 4V+1Ü (6 LP)	Kern- und Elementarteilchenphysik 4V+1Ü (6 LP)
Experimentelle Mechanik 4V+1Ü (6 LP)	Theoretische Mechanik 4V+2Ü (8 LP)	Physikalisches Programmier-Praktikum 2V+3P (6 LP)	Quantenmechanik 4V+2Ü (8 LP)	Spezialisierung (6 LP)	Bachelorarbeit (12 LP)
Optik 4V+1Ü (6 LP)	Elektrizität und Magnetismus 4V+1Ü (6 LP)	Physikalisches Grundpraktikum II 6P (6 LP)	Experimentelle Thermodynamik 4V+1Ü (6 LP)	Seminar zur Medizinphysik 2S (3 LP)	Abschluss-Seminar 2S (3 LP)
Analysis I 4V+2Ü (9 LP)	Physikalisches Grundpraktikum I 6P (5 LP)	Zell- und Molekularbiologie 4V (6 LP)	Anatomie 2V (3 LP)	Physiologie 6V (9 LP)	
	Lineare Algebra I 4V+2Ü (9 LP)	Wahlpflichtbereich (15 LP)		Medizinphysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum 7P (9 LP)	

3. Module der Bachelorstudiengänge

3.1 Pflichtbereich Physik

Abschlussseminar (BSc Physik)				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 90 h	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 90 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße 30
Lernergebnisse/Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigene wissenschaftliche Ergebnisse zielgruppengerecht für ein allgemein physikalisch gebildetes Publikum präsentieren. Sie können ihr Thema wissenschaftlich diskutieren. Studierende können Fachliteratur eigenständig recherchieren. 				
Inhalte <ul style="list-style-type: none"> Vorbereitung eines wissenschaftlichen Vortrages über ein im Rahmen der Bachelorarbeit selbst bearbeitetes Thema; Abhalten eines Vortrages (Dauer: 20 Minuten) vor einem allgemein physikalisch gebildeten Auditorium; Wissenschaftliche Diskussionsteilnahme als Vortragende(r) und als Zuhörer(in); Seminarvorträge der Absolvent(inn)en in Physik und Medizinische Physik über die Themen der jeweiligen Bachelor- und Masterarbeit. 				
Teilnahmevoraussetzungen: Bachelorarbeit weitgehend fertiggestellt (formal)				
Prüfungsform: Benoteter mündlicher Seminarvortrag (20 Minuten)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul Erfolgreiche Präsentation der Bachelorarbeit.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch				
Literatur: Spezialliteratur zum Thema der Bachelorarbeit				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Physik (Pflichtbereich Physik) 				
Sonstige Informationen				

Elektrizität und Magnetismus				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. Heinzel				
Dozierende: Dozierende der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: ca. 300 Ü: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Kenntnis der Konzepte, Experimente und Erkenntnisse der Elektrizität und des Magnetismus gemäß der Inhaltsangabe; Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben aus Elektrizität und Magnetismus; Anwendung einfacher mathematischer Methoden zur Beschreibung und Erklärung elektrischer und magnetischer Phänomene. 				
Inhalte <ul style="list-style-type: none"> Elektrostatik (Elektrische Ladung, Felder, Potentiale, elektrischer Fluss und Kapazität, elektrostatische Energie, Dielektrika) Elektrischer Strom (bewegte Ladungen, Widerstände, elektrische Spannung und Leistung) Magnetostatik (Lorentzkraft, Magnetfelder durch Ströme, Materie in Magnetfeldern) Zeitabhängige elektrische und magnetische Felder (Induktion und Verschiebungsströme, Wechselstromkreise, Impedanz, Maxwellgleichungen, elektromagnetische Wellen) 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> Bergmann-Schäfer, de Gruyter, Lehrbuch der Experimentalphysik, 2. Bd., Elektromagnetismus, 1998. Pohls, Einführung in die Physik, Elektrizitätslehre und Optik, 2006. H.D. Young and R. A. Freedman, University Physics, Addison-Wesley, 2000. Berkeley Kurs Physik Band 2: Elektrizität und Magnetismus (Vieweg, 1989) 				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) Bachelorstudiengang Naturwissenschaften Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Experimentelle Atomphysik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots		Gruppengröße V: ca. 200 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der Konzepte, grundlegender Experimente und Erkenntnisse der Atomphysik gemäß der Inhaltsangabe; • Verknüpfung der Konzepte der Atomphysik mit denjenigen der klassischen Physik und der Quantenmechanik; • Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer atomphysikalischer Probleme und Aufgaben. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Welleneigenschaften von Elektronen und anderen Teilchen • Grundlegende Atomeigenschaften (Massenspektrometrie, Rutherford-Streuung) • Das Wasserstoffatom (Bohr'sches und Schrödinger'sches Atommodell (nur Resultate), Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Lambverschiebung) • Atomarer Magnetismus (Zeeman-Effekt, Elektronen- und Kernspinresonanz), Stark-Effekt • Mehrelektronenatome (Helium, Drehimpulskopplung, Pauli-Prinzip, Periodensystem) • Optische Übergänge (Auswahlregeln etc.), Grundlagen der Spektroskopie • Grundlagen des Lasers 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I, Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus, Analysis I, Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul				
(1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
(2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: H. Haken und H.C. Wolf, Atom- und Quantenphysik; Springer-Verlag, Berlin, 8. Auflage (2003); W. Demtröder, Experimentalphysik 3, Atome, Moleküle und Festkörper, Springer-Verlag, Berlin (2000); T. Mayer-Kuckuk, Atomphysik, Eine Einführung, Teubner-Verlag (1997); Bergmann-Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik 4, Bestandteile der Materie, de Gruyter, Berlin (2003).				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Experimentelle Festkörperphysik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. Heinzel				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca.150 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Kenntnis der grundlegenden Konzepte, Experimente und Erkenntnisse der Festkörperphysik gemäß der Inhaltsangabe; Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben der Festkörperphysik; Anwendung der erlernten Konzepte der Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, der Atomphysik, der Quantenmechanik und der Thermodynamik zur Beschreibung und Erklärung der Sachverhalte in der Festkörperphysik. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Kristallstrukturen (Gitter und Kristalle, Reziprokes Gitter, experimentelle Kristallstrukturbestimmung, Strukturfaktor) Kristallschwingungen (mechanische Wellenausbreitung, Phononendispersionen, Zustandsdichte, Spezifische Wärme, Wärmeleitung) Elektronische Zustände in periodischen Potentialen (Blochtheorem, elektronische Energiebänder, Experimentelle Bestimmung der Bandstruktur, das freie Elektronengas, Fermi-Energie) Metalle (Fermi-Flächen, Löcherkonzept, effektive Masse, Boltzmannmodell und Ohmsches Gesetz, optische Eigenschaften von Metallen) Halbleiter (intrinsische Halbleiter, Dotierung, elementare Halbleiter-Bauelemente Diode, Transistor) Isolatoren (Dielektrische Funktion, Herleitung der optischen Dispersion, Magnetismus (Dia- und Paramagnetismus, Austausch-Wechselwirkung, Ferromagnetismus, Magnetische Dömänen, Hysterese, Spinwellen) Supraleitung (Messner-Ochsenfeld Effekt, Cooper-Paare) 				
Teilnahmevoraussetzungen: Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik, Quantenmechanik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> Ashcroft, Mermin, Solid State Physics, Saunders College (1985); Grosso, Parravicini, Solid State Physics, Academic Press (2000); Ziman, Principles of the Theory of Solids, Cambridge (1972); Kittel, Festkörperphysik, Oldenbourg (1999). Bergmann, Schäfer, Festkörper (Band 6), de Gruyter (2005) Gross, Marx, Festkörperphysik, Oldenbourg (2012) Hunklinger, Festkörperphysik, Oldenbourg (2009) 				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Physik und Masterstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) 				

- Bachelorstudiengang Naturwissenschaften
- Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung

Sonstige Informationen:

Experimentelle Mechanik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Georg Pretzler				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 300 Ü: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der grundlegenden Konzepte, Experimente und Erkenntnisse der Mechanik gemäß der Inhaltsangabe; • Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben aus der Experimentellen Mechanik in den Übungsgruppen. 				
Inhalte				
<ul style="list-style-type: none"> • Naturwissenschaften und Physik • Physikalische Größen • Kinematik von Massepunkten • Dynamik – Kraft und Bewegung • Energie und Leistung • Impuls und Stöße • Drehbewegungen • Die Mechanik ausgedehnter Körper • Die Mechanik von Fluiden 				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul				
(1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
(2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
<ul style="list-style-type: none"> • M. Alonso, E. Finn, Physik, Addison-Wesley (1988); • W. Demtröder, Experimentalphysik 1, Springer (1994); • R. Feynman, Vorlesungen über Physik Bd. 1, Oldenbourg (1992). 				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Experimentelle Thermodynamik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. O. Willi				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots		Gruppengröße V: ca. 200 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Kenntnis der Konzepte, Experimente und Erkenntnisse der Thermodynamik gemäß der Inhaltsangabe; Anwendung der Kenntnisse aus den Modulen mathematische Methoden, Experimentelle Mechanik und Analysis 1 auf zentrale Fragestellungen der Thermodynamik; Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer thermodynamischer Probleme und Aufgaben. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Wärmelehre (Zustandsgrößen, Thermische Ausdehnung, Phasenänderung durch Wärmezufuhr, Spezifische Wärmekapazität und Äquipartition) Molekularkinetische Deutung (Kinetische Herleitung des Gasdruckes, Temperatur und ideale Gasgleichung, Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeitsverteilung, Teilchenstöße, Reale Gase) Hauptsätze der Thermodynamik (Der erste Hauptsatz der Thermodynamik, Kompression/Expansion eines idealen Gases, Kreisprozesse, Carnotprozess, Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik) Thermodynamische Potenziale Diffusion und Wärmeleitung (Diffusion, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmeübergang, Wärmestrahlung) 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden I+II, Experimentelle Mechanik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> Gerthsen, Kneser, Vogel: Physik Demtröder: Experimentalphysik I, 2. Auflage Bergmann-Schäfer: Band I Alonso-Finn: Physics Bension: University Physics 				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) Bachelorstudiengang Naturwissenschaften Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Kern- und Elementarteilchenphysik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Büscher				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: ca. 150 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Kenntnis der grundlegenden Konzepte, Experimente und Erkenntnisse der Kernphysik gemäß der Inhaltsangabe; Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben der Kernphysik; Wissenstransfer: Anwendungen der Kernphysik in Technik und Medizin; Anwendung der erlernten Konzepte der Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, der Atomphysik, der Quantenmechanik und der Thermodynamik zur Beschreibung und Erklärung der Sachverhalte in der Kernphysik. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Übersicht über das Standardmodell Atomare Struktur, Rutherford-Experiment Kernbausteine, Kernstruktur und Formfaktoren Spin- und Isospin in der Kernphysik, die SU(2)- und SU(3)-Gruppen Stabilität von Kernen und Radioaktivität Spaltungs- und Fusionsreaktoren Beschleuniger und Detektoren Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie Relativistische Kinematik, Phasenraum, Resonanzen Übersicht über Elementarteilchen Hadronen und Quarkmodell Neutrino-physik Quantenelektrodynamik, starke und schwache Wechselwirkung 				
Teilnahmevoraussetzungen: Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik, Quantenmechanik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> H. Frauenfelder, E.M. Henley, Teilchen und Kerne, Oldenbourg; D.H. Perkins, Introduction to High Energy Physics, Addison-Wesley; W. Demtröder, Experimentalphysik 4, Kern-, Teilchen- und Astrophysik, Springer; B. Povh, K. Rith, C., Scholz, F., Zetsche, W., Rodejohann, Teilchen und Kerne, Springer J. Bleck-Neuhaus, Elementare Teilchen, Springer R.F. Casten, Nuclear Structure From A Simple Perspective, Oxford (für Fortgeschrittene) 				

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik)
- Bachelorstudiengang Naturwissenschaften
- Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung

Sonstige Informationen:

Mathematische Methoden der Physik I				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. D. Bruß				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 210 h	Leistungspunkte 7 LP	Kontaktzeit 105 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 3 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 300 Ü: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> • Fundierte spezifische, mathematisch-physikalische Fachkenntnisse in der Thematik des Moduls • Fähigkeit zur mathematischen Modellierung • Fähigkeit zur Anwendung numerischer Methoden in der theoretischen Physik • Kommunikationskompetenz 				
Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe: Mengen und Zahlen • Funktionen einer reellen Variablen • Differentiation von Funktionen • Integration von Funktionen • Vektoren, Matrizen und Tensoren • Komplexe Zahlen • Gewöhnliche Differentialgleichungen • Funktionen mehrerer reeller Variabler • Krummlinige Koordinatensysteme • Grundlegende Begriffe der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung 				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 7				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: K. Weltner, Mathematik für Physiker (Band 1 und 2), Springer-Verlag (2008); C. Lang und N. Pucker, Mathematische Methoden in der Physik, Spektrum Akademischer Verlag (2005) H. Kerner und W. Von Wahl, Mathematik für Physiker, Springer-Verlag (2007)				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der Regelungen in der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen: Dieses Modul ist identisch mit dem Modul Mathematische Methoden der Naturwissenschaften I im BSc Naturwissenschaften				

Mathematische Methoden der Physik II				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dr. C. Müller				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 90 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: ca. 250 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der grundlegenden, in der Inhaltsangabe spezifizierten Mathematischen Methoden, die in der Physik Verwendung finden; • Verknüpfungen der Lehrinhalte mit denjenigen aus Mathematische Methoden der Naturwissenschaften I; • Beispielanwendungen der erlernten Methoden in der Physik • Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben aus der Experimentellen Mechanik in den Übungsgruppen. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Vektoranalysis • Einfache partielle Differentialgleichungen • Separation der Variablen • Komplexe Zahlen, elementare Funktionentheorie • Variationsprinzipien • Fourier-Reihen • Green'sche Funktionen 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: K. Weltner, Mathematik für Physiker, Vieweg (2001); C. Swartz, Praktische Mathematik, dtv (1979); B. van der Waerden, Mathematik für Naturwissenschaftler, BI; Hochschul-Taschenbücher (1975).				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Optik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Schiller				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 300 Ü: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der grundlegenden Konzepte, Experimente, Instrumente und Erkenntnisse der Optik und Wellenlehre gemäß der Inhaltsangabe; • Eigenständiges Lösen typischer Aufgaben mit moderatem Schwierigkeitsgrad aus Optik und Wellenlehre. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Überblick Wellenphänomene; das elektromagnetische Spektrum; Fermat'sches Prinzip • Geometrische Optik (Brechung und Reflexion, Strahlverlaufsberechnungsmethoden; div. Linsen) • Optische Instrumente (Lupe, Mikroskop, Teleskope, Spiegeloptiken) • Abbildungsfehler (geometrisch, chromatisch, Blenden und Pupillen) • Schwingungen • Wellen • Doppler-Effekt • Beugung und Interferenz; Gitter, Interferometer • Polarisations-eigenschaften von Licht • Lichtwellen in Materie • Totalreflexion • Lichtwellen in anisotropen Medien (Doppelbrechung, Dichroismus) 				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul				
(1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
(2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
<ul style="list-style-type: none"> • E. Hecht, <i>Optik</i>, Addison-Wesley (1994); • W. Demtröder, <i>Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik</i>, Springer (2004); • D. Halliday et al. <i>Physik</i>, Wiley-VCH (2009) 				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Quantenmechanik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Löwen				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: ca. 250 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der Postulate, Konzepte und Erkenntnisse der Quantenmechanik gemäß der Inhaltsangabe, Kenntnis der grundlegenden Beobachtungen, die im Widerspruch zur klassischen Physik stehen; • Verknüpfung der Konzepte der Quantenmechanik mit denjenigen der klassischen Physik und der Atomphysik; • Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben der Quantenmechanik. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Welle-Teilchen-Dualismus • Schrödinger-Gleichung und Wellenfunktion • Zustände, Operatoren und Observable • Eindimensionale Potentialprobleme • Das Wasserstoffatom • Formale Aspekte der Quantentheorie • Näherungsverfahren • Spin des Elektrons 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I + II, Elektrizität und Magnetismus, Analysis I, Lineare Algebra I, Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik, Optik, Experimentelle Mechanik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: F. Schwabl, Quantenmechanik, Springer (1998); L. Landau, E. Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik 3: Quantenmechanik, Akademie-Verlag (1986); J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Addison-Wesley (1993).				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Seminar zur Physik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 90 h	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester		Gruppengröße S: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Vortragen eines vorgegebenen wissenschaftlichen Themas im Rahmen des Seminars • Führen einer wissenschaftlichen Diskussion als Dozent und als Mitglied des Auditoriums. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Vorträge zu aktuellen Themen der Physik 				
Teilnahmevoraussetzungen: Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik, Experimentelle Thermodynamik, Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik, Quantenmechanik(inhaltlich), Physikalisches Grundpraktikum I + II (formell)				
Prüfungsformen: Benoteter Seminarvortrag				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Teilnahme am Seminar (2) Bestandener Seminarvortrag				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Spezialliteratur zur Thematik des Seminarvortrags				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Physik (Pflichtbereich Physik) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften 				
Sonstige Informationen:				

Spezialisierung (BSc Physik)				
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Physik an der HHU Düsseldorf				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Angeleitetes Lernprojekt		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße I. d. R. Einzelbetreuung
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundierte spezifische Fachkenntnisse in der Thematik des individuell festgelegten physikalischen Projekts • Literaturrecherche und Erwerb von Fachwissen aus Fachliteratur • Wissenstransfer und Umsetzung von Fachwissen in wissenschaftliche Projektplanungen • Beherrschung für das Projekt relevanter experimenteller Techniken, numerischer oder theoretischer Methoden • Beherrschung der Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens • Methoden wissenschaftlicher Teamarbeit • Schriftliche Darstellung selbst recherchierter wissenschaftlicher Zusammenhänge und eigener Projektplanungen 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Im angeleiteten Lernprojekt erarbeiten sich Studierende unter Anleitung von Dozierenden theoretische Inhalte, numerische und/oder experimentelle Inhalte aus einem Spezialgebiet der Physik. Diese Inhalte sollen eine Einführung in das Themengebiet der Bachelorarbeit darstellen. • Nach Absprache mit dem Betreuer kann die Spezialisierung neben dem angeleiteten Lernprojekt auch Vorlesungen, Seminare oder Praktika umfassen. 				
Teilnahmevoraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in experimenteller und theoretischer Physik.				
Prüfungsformen: Benoteter schriftlicher Bericht				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: Annahme des schriftlichen Berichts.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Weiterführende Monographien, Übersichtsartikel und Dissertationen aus dem gewählten Spezialgebiet.				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Physik (Pflichtbereich Physik) 				
Sonstige Informationen:				

Statistische Mechanik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Egger				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 150 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der Konzepte und Erkenntnisse der Statistischen Mechanik gemäß der Inhaltsangabe; • Anwendung der Kenntnisse aus den in den Voraussetzungen angegebenen Modulen auf die Konzepte der Statistischen Mechanik; • Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben der Statistischen Mechanik. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentalbeziehungen, Hauptsätze • Eulergleichung • Gibbs-Duhem-Beziehung • Thermodynamische Potentiale, Maxwellbeziehungen • Quasistatische/adiabatische Prozesse (Carnot-Prozess etc.) • Ideales und reales Gas (Van-der-Waals-Gleichung), Phasenübergänge 1. Ordnung • Landau-Theorie der Phasenübergänge • Kritische Phänomene, Begriff des Ordnungsparameters, gebrochene Symmetrie • Elementare Renormierungsgruppentheorie (Skalierung und Universalität) • Ensembles der Statistischen Physik • Ideale Quantengase, Bose-Einstein-Kondensation 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I + II, Analysis I, Lineare Algebra I Theoretische Mechanik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul				
(1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: F. Schwabl, Statistische Physik, Springer, 2000. T. Fliessbach, Statistische Physik, Spektrum Verlag, 1999. D. Chandler, Statistical Physics, Oxford University Press, 1987. H. Callen, Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, John Wiley, 1985.				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Physik und Masterstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Theoretische Elektrodynamik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dr. C. Müller				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 200 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Kenntnis der grundlegenden Konzepte und Erkenntnisse der Elektrodynamik gemäß der Inhaltsangabe; Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben der Elektrodynamik; Anwendung fortgeschrittener mathematischer Methoden zur Beschreibung und Erklärung der Sachverhalte in der Elektrodynamik; Verknüpfung der Erkenntnisse der Elektrodynamik mit den Ergebnissen und Experimenten aus Elektrizität und Magnetismus, Physik für Naturwissenschaften und mit den Konzepten der Theoretischen Mechanik. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Elektrostatik, Green-Funktionen Magnetostatik Elektrodynamik im Vakuum (Maxwell-Gleichungen, Potenziale, Eichfreiheit, elektromagnetische Wellen, retardierte Potenziale) Hertz-Dipol, Poynting-Vektor, Energiebilanz Spezielle Relativitätstheorie / relativ. Formalismus Kovariante Maxwell-Gleichungen, Energie-Impuls-Tensor, Lienard-Wiechert-Potenziale Elektrodynamik der Kontinua (Makroskopische Maxwell-Gleichungen, Ohm'sches Gesetz, Elektrostatik; Clausius-Mosotti, Telegrafengleichung) 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I+II, Elektrizität und Magnetismus, Analysis I+II, Theoretische Mechanik, Optik, Experimentelle Mechanik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: L. Landau, E. Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik 2: Klassische Feldtheorie, Akademie-Verlag (1992); J. Jackson, Klassische Elektrodynamik, de Gruyter (2002).				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Physik und Masterstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) Bachelorstudiengang Naturwissenschaften Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Theoretische Mechanik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Pukhov				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: ca. 250 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Kenntnis der Konzepte und Erkenntnisse der Theoretischen Mechanik gemäß der Inhaltsangabe; Anwendung der Kenntnisse aus den Modulen Mathematische Methoden der Naturwissenschaften sowie Analysis I auf Fragestellungen der theoretischen Mechanik; Verknüpfung der Kenntnisse aus dem Modul Physik für Naturwissenschaften mit den Ergebnissen der Theoretischen Mechanik; Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben der Theoretischen Mechanik. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Kinematik, Koordinatensysteme, Kreisbewegung Newton-Mechanik, Mehrteilchensysteme Verallgemeinerte Koordinaten, Lagrange-Gleichungen 1. Art (Zwangsbedingungen) Lagrange-Mechanik, Lagrange-Gleichungen 2. Art, Hamiltonprinzip Starre Körper, Kreisel Lineare Schwingungen, gekoppelte Oszillatoren Hamilton-Mechanik Kanonische Transformationen, der Phasenraum, die Wirkung Das Relativitätsprinzip, Elemente der Speziellen Relativitätstheorie Das Chaos, Nicht-lineare Dynamik 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I, Analysis I, Optik, Experimentelle Mechanik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: L. Landau, E. Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik 1: Mechanik, Akademie-Verlag (1979).				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Physik und Masterstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Physik) Bachelorstudiengang Naturwissenschaften Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

3.2 Pflichtbereich Medizinische Physik

Abschlussseminar (BSc Medizinische Physik)				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik an der HHU Düsseldorf; externe Betreuer von Bachelorarbeiten in Medizinischer Physik				
Arbeitsaufwand 90 h	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 90 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße 30
Lernergebnisse/Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigene wissenschaftliche Ergebnisse zielgruppengerecht für ein allgemein physikalisch und medizinphysikalisch gebildetes Publikum präsentieren. Sie können ihr Thema wissenschaftlich diskutieren. Studierende können Fachliteratur eigenständig recherchieren. 				
Inhalte <ul style="list-style-type: none"> Vorbereitung eines wissenschaftlichen Vortrages über ein im Rahmen der Bachelorarbeit selbst bearbeitetes Thema; Abhalten eines Vortrages (Dauer: 20 Minuten) vor einem allgemein physikalisch gebildeten Auditorium; Wissenschaftliche Diskussionsteilnahme als Vortragende(r) und als Zuhörer(in); Seminarvorträge der Absolvent(inn)en in Physik und Medizinische Physik über die Themen der jeweiligen Bachelor- und Masterarbeit. 				
Teilnahmevoraussetzungen: Bachelorarbeit weitgehend fertiggestellt (formal)				
Prüfungsform: Benoteter mündlicher Seminarvortrag (20 Minuten)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul Erfolgreiche Präsentation der Bachelorarbeit.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch				
Literatur: Spezialliteratur zum Thema der Bachelorarbeit				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Medizinische Physik) 				
Sonstige Informationen				

Grundlagen der Medizinischen Physik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Getzlaff				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 50 Ü: 20 - 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der grundlegenden Konzepte, Experimente und Erkenntnisse der Medizinischen Physik gemäß der Inhaltsangabe; • Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben der Medizinischen Physik; • Anwendung der erlernten Konzepte der Mechanik, Elektrizität und Magnetismus und der Thermodynamik zur Beschreibung und Erklärung der Sachverhalte in der Medizinischen Physik; • Verknüpfung des Fachwissens mit komplementären Darstellungen im Modul Physiologie; 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Biomechanik: Statik, Dynamik und Hydrodynamik; • Physik der Sinne; • Ultraschall; • Bio-Elektromagnetismus; • Ionisierende Strahlung; • Röntgendiagnostik; • Nuklearmedizin; • Magnetresonanztomographie 				
Teilnahmevoraussetzungen: Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik, Quantenmechanik, Experimentelle Thermodynamik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: In der Regel mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten (von der Dozentin) zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Bille, Schlegel: Medizinische Physik 1-3, Springer (2001,2004,2005). • Zabel: Medical Physics 1 + 2, der Gruyter (2017). • Skript zur Vorlesung 				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Medizinische Physik (Pflichtbereich Medizinische Physik) und Physik (Wahlpflichtbereich) • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Seminar zur Medizinphysik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. Heinzel				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentellen Physik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 90 h	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße S: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Vortragen eines vorgegebenen wissenschaftlichen Themas im Rahmen des Seminars • Führen einer wissenschaftlichen Diskussion als Dozent und als Mitglied des Auditoriums. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Vorträge zu aktuellen Themen der Medizinischen Physik 				
Teilnahmevoraussetzungen: Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik, Experimentelle Thermodynamik, Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik, Quantenmechanik(inhaltlich), Physikalisches Grundpraktikum I + II (formell)				
Prüfungsformen: Benoteter Seminarvortrag				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Teilnahme am Seminar (2) Bestandener Seminarvortrag				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Spezialliteratur zur Thematik des Seminarvortrags				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Medizinische Physik) 				
Sonstige Informationen:				

Spezialisierung (BSc Medizinische Physik)				
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Physik an der HHU Düsseldorf				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik an der HHU Düsseldorf; externe Betreuer von Bachelorarbeiten				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Angeleitetes Lernprojekt		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße I. d. R. Einzelbetreuung
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> Fundierte spezifische Fachkenntnisse in der Thematik des individuell festgelegten medizinphysikalischen oder physikalischen Projekts Literaturrecherche und Erwerb von Fachwissen aus Fachliteratur Wissenstransfer und Umsetzung von Fachwissen in wissenschaftliche Projektplanungen Beherrschung für das Projekt relevanter experimenteller Techniken, numerischer oder theoretischer Methoden Beherrschung der Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens Methoden wissenschaftlicher Teamarbeit Schriftliche Darstellung selbst recherchierter wissenschaftlicher Zusammenhänge und eigener Projektplanungen 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> Im angeleiteten Lernprojekt erarbeiten sich Studierende unter Anleitung von Dozierenden theoretische Inhalte, numerische und/oder experimentelle Inhalte aus einem Spezialgebiet der Medizinischen Physik oder Physik. Diese Inhalte sollen eine Einführung in das Themengebiet der Bachelorarbeit darstellen. Nach Absprache mit dem Betreuer kann die Spezialisierung neben dem angeleiteten Lernprojekt auch Vorlesungen, Seminare oder Praktika umfassen. 				
Teilnahmevoraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in experimenteller, theoretischer und medizinischer Physik.				
Prüfungsformen: Benoteter schriftlicher Bericht				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: Annahme des schriftlichen Berichts.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Weiterführende Monographien, Übersichtsartikel und Dissertationen aus dem gewählten Spezialgebiet.				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Medizinische Physik) 				
Sonstige Informationen:				

3.3 Pflichtbereich Praktikum

Medizinphysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz, PD DR. M Cerchez				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 105 h	Selbststudium 165 h	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 7 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße Zweiergruppen
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Erlernen von zentralen fortgeschrittenen experimentellen Fertigkeiten und Techniken, die in der Physik und der Medizinischen Physik eine grundlegende Rolle spielen; • Kennenlernen des Alltags einer experimentellen Arbeitsgruppe des Fachs Physik; • Anwendung der Fachkenntnisse und Fertigkeiten aus den vorgeschalteten Modulen, die in den Voraussetzungen angegeben sind; • Eigenständiges Einarbeiten in die Versuche anhand von schriftlichen Anleitungen • Verfassen von Protokollen zu physikalischen und medizinphysikalischen Experimenten. 				
Inhalte: <i>Praktikum Medizinische Physik:</i> Praktikumsversuche zur <ul style="list-style-type: none"> • Röntgendiagnostik und zu RCT; • Ultraschall Diagnostik; • Dosimetrie; • Magnetresonanz-Tomographie. <i>Praktikum Physik:</i> <ul style="list-style-type: none"> • 5 methodenorientierte (zentrale) Versuche • 2 forschungsorientierter (dezentraler) Versuch in einer Arbeitsgruppe 				
Teilnahmevoraussetzungen: Physikalisches Grundpraktikum I +II, Physikalisches Programmierpraktikum (formell), Optik, Experimentelle Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik, Experimentelle Thermodynamik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Mündliche Prüfung, schriftlicher Bericht				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: (1) Erfolgreiche Absolvierung der An- und Abtestate zu den Praktikumsversuchen. (2) Annahme der angefertigten Praktikumsprotokolle.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Versuchsanleitungen; weitere Literatur wird zu den einzelnen Versuchen speziell angegeben.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Praktikum) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften 				
Sonstige Informationen:				

Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 210 h	Leistungspunkte 7 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 120 h	Dauer 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße Zweiergruppen
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Erlernen von zentralen fortgeschrittenen experimentellen Fertigkeiten und Techniken, die in der Physik eine grundlegende Rolle spielen; • Kennenlernen des Alltags zweier experimentellen Arbeitsgruppen des Fachs Physik; • Anwendung der Fachkenntnisse und Fertigkeiten aus den vorgeschalteten Modulen, die in den Voraussetzungen angegeben sind; • Eigenständiges Einarbeiten in die Versuche anhand von schriftlichen Anleitungen • Verfassen von Protokollen zu physikalischen Experimenten. 				
Inhalte: <i>Praktikum Physik:</i> <ul style="list-style-type: none"> • 5 methodenorientierte (zentrale) Versuche • 2 forschungsorientierter (dezentraler) Versuche in einer Arbeitsgruppe 				
Teilnahmevoraussetzungen: Physikalisches Grundpraktikum I +II, Physikalisches Programmierpraktikum (formell), Optik, Experimentelle Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik, Experimentelle Thermodynamik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Mündliche Prüfung, schriftlicher Bericht				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: (1) Erfolgreiche Absolvierung der An- und Abtestate zu den Praktikumsversuchen. (2) Annahme der angefertigten Praktikumsprotokolle.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 7				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Versuchsanleitungen; weitere Literatur wird zu den einzelnen Versuchen speziell angegeben.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Physik (Pflichtbereich Praktikum) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften 				
Sonstige Informationen:				

Physikalisches Grundpraktikum I				
Modulverantwortliche/r: PD Dr. G. Lehmann				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 150 h	Leistungspunkte 5 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 75 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße 15 - 20
Lernergebnisse/Kompetenzen				
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende experimentelle Techniken und Fertigkeiten, Konzepte des Experimentierens in der Physik; • Verknüpfung der Fachkenntnisse aus den Modulen Experimentelle Mechanik, Optik und Elektrizität und Magnetismus mit der Zielsetzung der Experimente, Anwendung dieser Fachkenntnisse zur Durchführung und Erläuterung der Praktikumsversuche; • Anfertigen von Versuchsprotokollen, Umgang mit Messdaten, Fehleranalyse; • Mündliches und schriftliches Erläutern des Versuchs, seiner Ergebnisse und dessen Erklärung. 				
Inhalte				
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsweise physikalischer Instrumente: <ul style="list-style-type: none"> ○ Digitalmultimeter, ○ Speicheroszilloskop, ○ Sensoren, ○ Operationsverstärker, ○ Spektrometer, ○ Laser, ○ Schrittmotor u.a. • Methoden physikalischen Experimentierens: <ul style="list-style-type: none"> ○ Computer zur Datenerfassung, ○ Speicherung, ○ Auswertung und graphische Darstellung von Resultaten, ○ Optische Signalverarbeitung, ○ Digital-Analog-Wandler, ○ Computersteuerung von Experimenten. 				
Teilnahmevoraussetzungen: Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus (inhaltlich)				
Prüfungsformen: An- und Abtestate zu den Versuchen; Bewertung der Versuchsdurchführung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul				
Erfolgreiche Absolvierung der An- und Abtestate zu den Praktikumsversuchen.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 5				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Versuchsanleitungen F. Kohlrausch., G. Lutz, Praktische Physik Bd. 1-3, Teubner (1996).				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Praktikum) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Physikalisches Grundpraktikum II				
Modulverantwortliche/r: PD Dr. G. Lehmann				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 90 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße 15 - 20
Lernergebnisse/Kompetenzen				
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende experimentelle Techniken und Fertigkeiten, Konzepte des Experimentierens in der Physik; • Anwendung der Fachkenntnisse und Fertigkeiten aus den Modulen Experimentelle Mechanik, Optik und Grundpraktikum 1 zur Planung und Durchführung eines ersten selbst überlegten und entworfenen physikalischen Experiments; • Typische organisatorische und methodische Strategien zur Planung, Vorbereitung und zum Aufbau von Experimenten; • Durchführung und Interpretation eines physikalischen Versuchs, bei dem das Ergebnis nicht vorab bekannt ist; • Mündliches und schriftliches Erläutern des Versuchs, seiner Ergebnisse und dessen Erklärung im Rahmen einer Posterpräsentation. 				
Inhalte				
<ul style="list-style-type: none"> • Planung eines kleinen Forschungsprojekts; • Umfassende Durchführung des kleinen Projekts in einer Arbeitsgruppe von ca. 6 Studierenden; • Vorstellung der Projektergebnisse in Form eines Posters.: 				
Teilnahmevoraussetzungen: Grundpraktikum I (formell), Experimentelle Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Mündliche Modulabschlussprüfung in Form einer Disputation der Studierenden mit 2 Prüfern				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul				
(1) Erfolgreiche Absolvierung der Disputation				
(2) Posterpräsentation				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Spezialliteratur zum jeweiligen Projekt				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Praktikum) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften • Nebenfachbereich in anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen nach Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Physikalisches Programmierpraktikum				
Modulverantwortliche/r: PD Dr. G. Lehmann				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Praktikum: 3 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße 15 - 20
Lernergebnisse/Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse grundlegender Programmier Techniken (am Beispiel von Python) • Grundkenntnisse in verschiedenen Programmierumgebungen (z. B. Python, Mathematica, Labview) • Anwendung von Programmierkenntnissen zur Aufbereitung und Analyse von Messdaten • Grundlagen in der automatisierten Messwerterfassung • Grundlagen in der Anwendung von Mikrocontrollern 				
Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Zahlensysteme / Fließkommadarstellung endlicher Genauigkeit • Graphische Darstellung und Aufbereitung von (Mess-)Daten • Statistische Auswertung von Messdaten • Finite Differenzen / Numerische Integration • Interpolation • Globales und lokales fitten von Daten • Diskrete Fouriertransformation (1D und 2D) • Datenaufnahme mit Mikrocontrollern, AD-Wandlung • Steuern und Regeln durch computergestützte Prozesse 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden der Physik I + II (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul <ol style="list-style-type: none"> (1) Bearbeitung von monatlichen Projekten im Lauf der Vorlesung, (2) Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum (3) Bestehen der Klausur. 				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: wird in der Vorlesung bekannt gegeben				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Praktikum) • Bachelorstudiengang Naturwissenschaften 				
Sonstige Informationen:				

3.4 Pflichtbereich Mathematik

Analysis I				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Saal				
Dozierende: Dozierende des Mathematischen Instituts				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 180 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der Analysis einer Veränderlichen. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte reelle und komplexe Zahlen, Folgen, Konvergenz, Cauchy-Folgen, Grenzwerte, Reihen, Stetigkeit, Kompaktheit, spezielle Funktionen, Differentialrechnung, Integralrechnung, Funktionenfolgen, Potenzreihen, Taylor-Entwicklung				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter (2) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (3) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 4,5				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: H. Amann, J. Escher: Analysis I. R. Denk, R. Racke: Kompendium der Analysis. Band 1.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Mathematik) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

<h1>Lineare Algebra I</h1>				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Schröer				
Dozierende: Dozierende des Mathematischen Instituts				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 180 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der linearen Algebra. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte lineare Gleichungssysteme, Mengen, Gruppen, Ringe, Körper, komplexe Zahlen, endliche Primkörper, Vektorräume, Basen, Summenvektorräume, Äquivalenzrelationen, Quotientenvektorräume, lineare Abbildungen, Matrizen, Kern und Bild, Isomorphiesatz, Rang, Gauß-Algorithmus, Endomorphismen, Determinante, Laplace-Entwicklung, Eigenwerte und Eigenvektoren, charakteristisches Polynom, Diagonalisierbarkeit, Skalarprodukte, Länge und Winkel, Gram-Schmidt-Verfahren, orthogonale und unitäre Endomorphismen				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter (2) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (3) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 4,5				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: S. Bosch: Lineare Algebra G. Fischer: Lineare Algebra				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Pflichtbereich Mathematik) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

3.5 Pflichtbereich Biologie

Zell- und Molekularbiologie				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. J. H. Hegemann				
Dozierende: Prof. Dr. J. H. Hegemann, Prof. Dr. Th. Klein, Prof. Dr. M. Pauly Dr. H.-P. Schmitt-Wrede				
Arbeitsaufwand 210 h	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 135 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 300-400
<p>Lernergebnisse/Kompetenzen:</p> <p>Die Teilnehmer erlangen Grundkenntnisse über die fundamentalen Prinzipien der Biologie. Kenntnisse über Klassen biologischer Makromoleküle, zellulärer Strukturen und Organellen sowie grundlegender zellulärer Mechanismen (Transkription, Translation, Replikation, Enzymfunktion, Energieproduktion). Kenntnis und Verständnis der DNA Synthese. Nach Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Charakteristika von verschiedenen Klassen biologischer Makromoleküle (Proteine, Lipide, Kohlenhydrate und Nucleinsäuren) zu benennen und ihre Bedeutung im biol. Zusammenhang zu erklären; • den Zellaufbau, sowie den Prozess der Genexpression von Pro- und Eukaryoten (Genorganisation, Transkription, Translation und posttranslationale Modifizierung von Proteinen) vergleichend wiederzugeben; • die Strukturen, Funktionen und Transportprozesse biologischer Membranen zu erklären; • die Arbeitsweise von Energiesystemen, Stoffwechselsystemen und Enzymen zu beschreiben; • ausgewählte molekularbiologische Methoden (siehe Inhalte) zu erläutern und ihre Anwendungsgebiete zu benennen; 				
<p>Inhalte</p> <p><u>Die Biowissenschaften und ihre chemischen Grundlagen:</u> Eigenschaften und Entstehung des Lebens: Kriterien für Leben; Evolution und natürliche Selektion; Reaktivität von Atomen, Chemische Bindung; Säuren und Basen</p> <p><u>Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle:</u> Charakterisierung von Makromolekülen (funktionelle Gruppen, Isomerien, Hydrolyse- und Kondensationsreaktionen); Proteine (Aminosäuren, Peptidbindung, Proteinstrukturen, Modifizierung von Proteinen, Proteinfaltung); Kohlenhydrate (Zucker, glykosidische Bindung, Zuckerpolymer, Modifizierung von Zuckern); Lipide (gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Triglyceride, Phospholipide); Nucleinsäuren (Nucleotide, DNA-Strukturen, RNA-Aufbau, Formen von RNA)</p> <p><u>Zellen und Zellenergie</u> Pro- und Eukaryoten; Vielzelligkeit und Zellspezialisierung Strukturmerkmale von Zellen: Mikroskopie; Bestandteile pro- und eukaryotischer Zellen. Zellmembranen und ihre Dynamik: Aufbau biologischer Membranen; Erkennung und Adhäsion von Zellen; Energetik lebender Systeme; Membrantransport; Endo- und Exocytose; Membran als Plattformen für Energieumwandlung, chemische Synthesen und Informationsverarbeitung. Zellen als Energie- und Stoffwechselsysteme: Aktivierungsenergie; Arbeitsweise und Regulation von Enzymen; Energieproduktion in Stoffwechselwegen; Energieumwandlung in Chloroplasten und Mitochondrien.</p> <p><u>Grundlagen der Genetik:</u> Genexpression bei Pro- und Eukaryoten: Genorganisation; Transkription (Promotoren, RNA- Polymerasen und ihre Hilfsfaktoren); genetische Kode; Translation (Ribosomen, tRNAs, Ablauf der Translation); Transport und post-translationelle Modifizierung von Proteinen. Replikation von DNA: Enzymatische DNA-Synthese; Meselson- Stahl-</p>				

Experiment; Chemismus der enzymatischen DNA-Synthese; Arbeitsweise von DNA-Polymerasen; Replikationsmechanismus. Führungsstrang + Folgestrang, Strangpolarität, Okazaki-Fragmente, Polymerase-Prozessivität, Klammerprotein, Replisom. Replikationsursprung in Pro- und Eukaryoten. Telomere + Telomerase. Replikationsgenauigkeit: Proofreading. Fehlpaarungsreparatur. Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR). DNA-Sequenzierung. DNA Mutationen: Genotyp, Phänotyp, Selektion. Mutationstypen. Ames-Test. Direkte Reparatur, Basen- und Nukleotid-Exzisionsreparatur, Verknüpfung nicht-homologer Strangenden. Homologe Rekombination: Holliday-Struktur, Spleiß- + Flickerrekombinante. SOS-Antwort + Zellzykluskontrolle. Mobile genetische Elemente: Insertionselement, Transposon, Transposon-Replikation

Viren + Bakteriophagen:

Genomvielfalt, Aufbau, genereller Replikationszyklus, Lyse + Lysogenie, Retrovirus, Transkription+ Replikation, Viroid, Prion.

Mikroorganismen:

Bakterien: zellulärer Aufbau, Morphologie, Zellteilung, Wachstumskontrolle, Pathogenität, Virulenzfaktoren, DNA Austausch durch Transduktion, Transformation, Konjugation, F-Plasmid, Resistenzmechanismen. Genregulation: Endprodukthemmung, Lac Operon, Substratinduktion, Antibiotika-Wirkung, Agardiffusionstest, Minimale Hemmstoffkonzentration. Antibiotika-Resistenz und -Mechanismen. Resistenzplasmid. Genom, essentielle Gene, Restriktion und Modifikation (Restriktionsenzyme).

Molekularbiologische Methoden:

DNA-Sequenzierung, Ames-Test, Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR), DNA Kartierung, DNA Fingerprinting, Southernblot, Rekombinante DNA-Technologie, Rekombinante DNA Technologie: Klonierung, Kartierung, Restriktion und Ligation, cDNA Klonierung, Geninaktivierung. Heterologe Genexpression. Biotechnologie, Pharming

Eukaryotische Genetik:

Monogenetische Erkrankungen. Stammzellen (Typen und Konzepte), Mitose, Meiose, Zellzyklus, die Mendelschen Regeln, Zellkommunikation und Signalketten, Apoptose, Krebs-entstehung, Grundlagen des Immunsystems der Säugetiere

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Lernhilfen: Arbeitsmaterial, Übungsaufgaben, begleitendes freiwilliges Tutorium

Lehrbuchempfehlungen: Purves Biologie oder Campbell, Biologie

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Biologie)
- Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung

Sonstige Informationen:

3.6 Pflichtbereich Medizin

Anatomie				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Filler				
Dozierende: Dr. Herold, Prof. Dr. Dr. Caspers, Prof. Dr. Filler				
Arbeitsaufwand 90 h	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 200
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Fachkenntnisse der Anatomie gemäß Inhaltsangabe; • Kenntnis elementarer anatomischer Fachbegriffe. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Zytologie, Histologie • Blut • Skelett • Herz, Kreislauf; Atmung, • Verdauungstrakt • Urogenitalsystem • zentrales und peripheres Nervensystem • Hormone 				
Teilnahmevoraussetzungen: Zell- und Molekularbiologie (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche Modulabschlussprüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
<ul style="list-style-type: none"> • Schiebler, Schmidt, Zilles, Anatomie; • Graumann Sasse Compact Lehrbuch Anatomie (4 Bände). • Taschenlehrbücher der Anatomie (versch.), z. B. Benninghof, Anatomie 				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Medizin) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Physiologie				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. U. Decking				
Dozierende: Die Dozent(inn)en der Medizin an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 90 h	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS (Physiologie I, WS) 2 SWS (Physiologie II, SS) 2 SWS (Pathophysiologie, SS)		Häufigkeit des Angebots Wintersemester + Sommersemester		Gruppengröße V: ca. 200
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Fachkenntnisse der Physiologie und der Pathophysiologie gemäß der Inhaltsangabe; • Kenntnis elementarer physiologischer Fachbegriffe; • Anwendung der Kenntnisse aus der Zell- und Molekularbiologie auf Fragestellungen der Physiologie; • Verknüpfung des Erlernten mit komplementären Darstellungen im Modul <i>Grundlagen der Medizinischen Physik</i>. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Physiologie 1:</i> Grundlagen der Neurophysiologie: Membran- und Aktionspotential, Synaptische Übertragung, Signalverarbeitung im Gehirn, Endokrinologie, Muskel, Motorik, Somatosensorik, Vegetatives Nervensystem; • <i>Physiologie 2:</i> Grundlagen der vegetativen Physiologie: Blut, Gerinnung, Immunologie, Herz, Kreislauf, Atmung, Niere, Energiehaushalt, Ernährung und Verdauung. • <i>Pathophysiologie:</i> Störungen der physiologischen Funktionen und deren klinische Bedeutung 				
Teilnahmevoraussetzungen: Zell- und Molekularbiologie (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche Teilprüfungen zu jeder Vorlesung (Details werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul Bestehen aller Teilprüfungen				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Klinke, Pape, Silbernagel: Lehrbuch der Physiologie. • Silbernagel, Lang: Taschenatlas der Pathophysiologie. 				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Pflichtbereich Medizin) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

3.7 Wahlpflichtbereich – Medizin/Medizinische Physik

Bildgebende Verfahren				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Monzel				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 90	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 50
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der wichtigsten Bildgebenden Verfahren gemäß Inhaltsangabe; • Schnittstellenkompetenz Physik-Medizin: Kenntnisse der Anwendungsgebiete physikalisch basierter Bildgebungsverfahren in der Medizin. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Digitaler Bildaufbau, digitale Bildspeicherung • Wechselwirkung von alpha-, beta-, gamma- und Röntgenstrahlung mit Materie • Sensoren • Thermographie • Prinzip der Tomographie, NMR (nuclear magnetic resonance), NMRT (nuclear magnetic resonance tomography); • Piezoelektrische Wandler, Ultraschall-Sonographie, Ultraschall-Dopplersonographie, Artefakte in der US-Sonographie • Künstliche Radionuklide, Szintigramme, SPECT (single photon emission computed tomography), PET (positron emission tomography); • MEG (magnetoencephalography), Josephson-Effekt, SQUID; • Elektronenmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie • Rastersondenmikroskopie 				
Teilnahmevoraussetzungen: Experimentelle Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Atomphysik, Thermodynamik, Physikalisches Grundpraktikum I und II, Optik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Originalpublikationen; • O. Dössel, Bildgebende Verfahren in der Medizin, Springer Verlag • S. Webb: Physics of Medical Imaging, Adam Hilger (1988) 				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Masterstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich Medizinische Physik) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Einführung in die Strahlentherapie				
Modulverantwortliche/r: Dr. I. Simiantonakis				
Dozierende: Dr. I. Simiantonakis				
Arbeitsaufwand 90	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots 1x pro Studienjahr		Gruppengröße V: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Grundkenntnisse der physikalischen Grundlagen der Strahlentherapie; Wesentliche Medizinische Thematiken, die für die Strahlentherapie essentiell sind; Transfer und Verknüpfung von Kenntnissen, insbesondere aus der Anatomie, Physiologie und der Medizinischen Physik. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Übersicht: Aspekte der Strahlentherapie Stellung und Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen und -beauftragten Spezielle Rechtsvorschriften und Richtlinien Behördliche Verfahren und Überprüfungen, Strahlenschutz von Patienten und Personal, Umgebungs- und baulicher Strahlenschutz, Verhalten bei Stör- und Unfällen, Physik direkt ionisierender und indirekt ionisierender Strahlung Anwendung ionisierender Strahlung in der Therapie Physik und Technik von Bestrahlungsanlagen und -einrichtungen, Beeinflussung der Dosisverteilung, Kontrolle von Bestrahlungsanlagen und -einrichtungen Qualitätssicherung, Verifikation und Protokollierung, Bildprozessoren Biologische Grundlagen der Strahlentherapie, Klinische Dosimetrie und Dosisbestimmung, Medizinische und physikalische Bestrahlungsplanung, Dosisoptimierung Biologische Modelle, Indikationen für eine Bestrahlung und Dosierungsschemata, Verfahren der Tumorlokalisation Techniken der perkutanen, intrakavitären und interstitiellen Bestrahlung Planung und Einrichtung einer Strahlentherapieeinrichtung 				
Teilnahmevoraussetzungen: Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung.				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:				
Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> H. Krieger: Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz, Bd. 1+2, Teubner Verschiedene DIN-Normen zu Dosimetrie und Strahlenschutz 				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) Masterstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich Medizinische Physik) Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Humangenetik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Rieder, Prof, Dr. D. Wiczorek				
Dozierende: Prof. Dr. H. Rieder, Prof, Dr. D. Wiczorek				
Arbeitsaufwand 90	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 1 SWS Praktikum: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Fachkenntnisse der Humangenetik gemäß der Inhaltsangabe, Kenntnis und Verständnis der elementaren Fachbegriffe; • Umsetzung dieser Fachkenntnisse und Erlernen elementarer labortechnischer Fertigkeiten der Humangenetik im Praktikum; • Anwendung einiger Konzepte der Biologie auf die Humangenetik. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Molekulare Grundlagen der Humangenetik • Mutationen und ihre Folgen für die Gesundheit • Chromosomen des Menschen • Chromosomenstörungen • Formale Genetik und multifaktorielle Beerbung • Genetische Diagnostik und Beratung • Angeborene Fehlbildungen und Dysmorphiesyndrome 				
Teilnahmevoraussetzungen: Zell- und Molekularbiologie (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung.				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:				
Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: wird vom Dozenten bekannt gegeben				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Masterstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich Medizinische Physik) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Radiologische Bildgebung				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Wittsack				
Dozierende: Prof. Dr. H. Wittsack; weitere Dozent(inn)en des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 90	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots 1x pro Studienjahr		Gruppengröße V: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> Fundierte Kenntnisse der Radiologischen Bildgebung und ihrer Anwendung in der Medizin gemäß Inhaltsangabe; Transfer und Verknüpfung von Kenntnissen aus den in den Voraussetzungen angegebenen Modulen mit Fragestellungen der radiologischen Bildgebung; Schnittstellenkompetenz Physik-Medizin. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> Konzept eines Radiologie-Instituts Konventionelle Röntgenverfahren Digitale Subtraktions-Angiographie Computertomographie Magnetresonanztomographie Kombination von Verfahren Bildverarbeitung Bildverteilung und -speicherung 				
Teilnahmevoraussetzungen: Mathematische Methoden 1+2, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung.				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:				
Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
<ul style="list-style-type: none"> Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik: Röntgendiagnostik und Angiographie/ Computertomographie/ Nuklearmedizin/ Magnetresonanztomographie/ Sonographie/ Integrierte Informationssysteme. Heinz Morneburg, ISBN: 978-3-89578-002-8 Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design. E. Mark Haacke, Robert W. Brown, Michael R. Thompson, Ramesh Venkatesan. ISBN: 978-0-471-35128-3 Fundamentals of medical imaging. Paul Suetens. ISBN: 978-0521519151 Handbook of MRI Pulse Sequences, Bernstein, King, ISBN: 978-0-12-092861-3 Wie funktioniert CT? Alkadi, Leschka, Stolzmann, Scheffel. ISBN: 978-3-642-17802-3 				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) Masterstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich Medizinische Physik) Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Terminologie der Medizin				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Fangerau				
Dozierende: Prof. Dr. H. Fangerau, weitere Dozent(inn)en des Instituts für Geschichte der Medizin an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 90	Leistungspunkte 3 LP	Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 60 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots 1x pro Studienjahr		Gruppengröße V: 200
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> Beherrschen der elementaren medizinischen Terminologie gemäß Inhaltsangabe. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> Einführung Nomina Anatomica Klinische Fachsprache Repetitorium 				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung.				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:				
Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
<ul style="list-style-type: none"> Fangerau, Heiner; Schulz, Stefan; Noack, Thorsten; Müller, Irmgard: Medizinische Terminologie – ein Kompaktkurs. 3. überarbeitete Auflage, Berlin, Lehmanns Media 2008 (ISBN 978-3-86541-297-3). 				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) Masterstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich Medizinische Physik) Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

3.8 Wahlpflichtbereich – Mathematik

Analysis II				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Saal				
Dozierende: Dozierende des Mathematischen Instituts				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 180	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester/Sommersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der mehrdimensionalen Analysis sowie der gewöhnlicher Differentialgleichungen. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung..				
Inhalte Differentialrechnung mehrerer Veränderlicher, Mittelwertsätze und Taylor-Formel in mehreren Veränderlichen, Satz über implizite Funktionen, Extremwerte mit und ohne Nebenbedingungen, normierte und metrische Räume, Banachscher Fixpunktsatz, gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz- und Eindeutigkeitssätze, spezielle Lösungsmethoden, lineare Differentialgleichungen, Systeme mit konstanten Koeffizienten, Stabilität				
Teilnahmevoraussetzungen: Analysis I, Lineare Algebra I (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: H. Amann, J. Escher: Analysis II. R. Denk, R. Racke: Kompendium der Analysis. Band 1.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Analysis III				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Saal				
Dozierende: Dozierende des Mathematischen Instituts				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 180	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der Maß- und Integrationstheorie. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte Maßtheorie, Lebesguesche Integrationstheorie, Konvergenzsätze der Integrationstheorie, Sätze von Fubini und Tonelli, Lebesgue-Räume Transformationsformel, Beziehungen zum Riemann-Integral, Untermannigfaltigkeiten, Integralsätze von Gauß und Stokes.				
Teilnahmevoraussetzungen: empfohlen: Analysis I-II, Lineare Algebra I-II				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: H. Amann, J. Escher: Analysis III. R. Denk, R. Racke: Kompendium der Analysis. Band 2.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Computergestützte Mathematik zur Analysis				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Braun				
Dozierende: Prof. Dr. Helzel, Prof. Dr. Braun, Prof. Dr. Schädle				
Arbeitsaufwand 120 h	Leistungspunkte 4 LP	Kontaktzeit 45 h	Selbststudium 75	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 1 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 120 Ü: 20
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden des symbolischen Rechnens. Die Studierenden können am Rechner mathematisch arbeiten. Sie können geeignete Kommandos auswählen und anwenden und die Ergebnisse des Programms kritisch überprüfen.				
Inhalte Einführung in das symbolische Rechnen, grafische Darstellung von Ergebnissen, Behandlung von Beispielen aus der Analysis I-II, insbesondere Grenzwerte, Integrale und Differentialgleichungen.				
Teilnahmevoraussetzungen: Analysis I-II, Lineare Algebra I (empfohlen)				
Prüfungsformen: Prüfung am Rechner				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul Erfolgreich abgelegte Modulabschlussprüfung.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 4				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: http://docs.sympy.org/latest/tutorial/index.html				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen auf den Internetseiten des Mathematischen Instituts (www.math.hhu.de).				

Computergestützte Mathematik zur Linearen Algebra				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Schädle				
Dozierende: Prof. Dr. Helzel, Prof. Dr. Jarre, Prof. Dr. Schädle				
Arbeitsaufwand 120 h	Leistungspunkte 4 LP	Kontaktzeit 45 h	Selbststudium 75	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 1 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 120 Ü: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die grundlegenden Methoden des numerischen Rechnens. Die Studierenden können am Rechner mathematisch Arbeiten. Sie können geeignete Kommandos auswählen und anwenden und die Ergebnisse des Programms kritisch überprüfen.				
Inhalte Einführung in das Programmieren, Zeilenstufenform, Gleitkommaarithmetik und Pivotsuche, LR-Zerlegung, QR-Zerlegung und Ausgleichsrechnung, Eigenwerte und Eigenvektoren, Singulärwertzerlegung				
Teilnahmevoraussetzungen: Analysis I, Lineare Algebra I (empfohlen)				
Prüfungsformen: Prüfung am Rechner				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 4				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: L. Trefethen, D. Bau: Numerical Linear Algebra. D. Higham, N. Higham: Matlab Guide.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen auf den Internetseiten des Mathematischen Instituts (www.math.hhu.de).				

Funktionentheorie				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Saal, Prof. Dr. Braun				
Dozierende: Prof. Dr. Saal, Prof. Dr. Braun				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 180	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: 120 Ü: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der Funktionentheorie. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte holomorphe und meromorphe Funktionen, Cauchyscher Integralsatz, Residuenkalkül, analytische Fortsetzung, Riemannscher Abbildungssatz, normale Familien.				
Teilnahmevoraussetzungen: Analysis I-II (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) schriftliche Prüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: R. Remmert, G. Schumacher: Funktionentheorie 1. K. Jähnich: Funktionentheorie.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Lineare Algebra II				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Schröer				
Dozierende: Dozierende des Mathematischen Instituts				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 180	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der linearen Algebra. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte Die Studierenden bewältigen die zentralen Sätze der linearen Algebra. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung				
Teilnahmevoraussetzungen: Lineare Algebra I (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: S. Bosch: Lineare Algebra. G. Fischer: Lineare Algebra				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Numerik I				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Helzel				
Dozierende: Prof. Dr. Helzel, Prof. Dr. Jarre, Prof. Dr. Schädle				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 105 h	Selbststudium 165	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS Programmierübung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: 120 Ü: ca. 30 PÜ: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der Numerik. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte Interpolation und Approximation, Quadraturverfahren, direkte Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme, Iterative Verfahren zur Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme, Fehleranalyse				
Teilnahmevoraussetzungen: Analysis I-II, Lineare Algebra I, Computergestützte Mathematik zur linearen Algebra (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur oder mündliche Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: P. Deuffhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik 1. R. Freund, R. Hoppe: Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Stochastik				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kern, Prof. Dr. Schwender				
Dozierende: Prof. Dr. Kern, Prof. Dr. Schwender				
Arbeitsaufwand 270 h	Leistungspunkte 9 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 180	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: 180 Ü: ca. 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der Stochastik. Sie argumentieren anhand der Definitionen und Sätze und können intuitive Vorstellungen mathematisch präzisieren. Sie sind in der Lage, Übungsaufgaben selbstständig zu lösen und diese Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Modelle für Zufallsexperimente, Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Wissenschaften, Unabhängigkeit von Zufallsvariablen, erzeugende Funktion, Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz, Maximum-Likelihood-Schätzer, Signifikanztests, lineare Regression				
Teilnahmevoraussetzungen: Analysis I-II, Lineare Algebra I (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: N. Henze: Stochastik für Einsteiger. U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

3.9 Wahlpflichtbereich - Allgemein

Elektronik				
Modulverantwortliche/r: PD Dr. M. Cerchez, Dr. A. Nevsky				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik an der HHU Düsseldorf				
Arbeitsaufwand 180	Leistungspunkte 6 LP	Kontaktzeit 75 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Praktikum: 3 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 250 P: 15
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnis der Grundlagen der Elektronik; • Kenntnis und Verständnis der wichtigsten elektronischen Bauelemente • Umsetzung der elektronischen Kenntnisse in die Praxis: Entwurf und Betrieb elementarer Schaltungen, Charakterisierungsmessungen und Anwendungen; • Verknüpfung der Kenntnisse aus Elektrizität und Magnetismus mit denjenigen der Elektronik. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Elektrotechnische Grundlagen; • Grundlegende und fortgeschrittene Analoge Bauelemente, (z.B. Filter, Dioden, Transistoren); • Analog integrierte Schaltungen (Operationsverstärker, Analog Rechner, Elektronische Regler); • Analog-Digital und Digital-Analog Wandler; • Grundlage der digitalen Schaltungstechnik (Zahlensysteme, Codes, Grundlagen der Boole'schen Algebra); • Digitale Bauelemente (Gatter, Flip-Flops, Zähler, Speicher, Mikrorechner); 				
Teilnahmevoraussetzungen: Elektrizität und Magnetismus (inhaltlich)				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche Modulabschlussprüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:				
(1) Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum				
(2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 6				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
<ul style="list-style-type: none"> • S. Goßner, Grundlagen der Elektronik, Shaker Verlag; • W. Reinhold, Elektronische Schaltungstechnik, Hanser Verlag; • P. Horowitz, W. Hill, Die hohe Schule der Elektronik Bd. 1 (Analogtechnik), Elektor-Verlag; • W. Gehrke, M. Winzker, K. Urbanski, R. Woitowitz, Digitaltechnik: Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller, Springer Vieweg Verlag; • E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst, Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Vieweg Verlag; 				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie				
Modulverantwortliche/r: Prof. C. Janiak				
Dozierende: Die Dozierenden des Instituts für Anorganische Chemie und Strukturchemie				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls				
<ul style="list-style-type: none"> • die grundlegenden allgemein-chemischen Konzepte wiedergeben und erläutern, • allgemein-chemische Konzepte für die Erklärung stofflicher Eigenschaften anwenden, • grundlegende stoffchemische und strukturelle Fragestellungen bearbeiten. 				
Inhalte				
<ul style="list-style-type: none"> • Atome, Moleküle, Ionen. Daltons Atomtheorie. Stoffmenge, Substanzformel, Molekularformel, Stöchiometrie. • Atommodelle, Aufbau des Periodensystems, Elektronenkonfigurationen der Atome und Ionen, Atomeigenschaften. • Kovalente Bindung: Oktettregel, Lewis-Formeln, VSEPR-Regeln, Molekülorbitale • Ionische Bindung: Elektronegativität, Struktur kristalliner Festkörper, Born-Haber-Kreisprozess, Gitterenergie. • Grundbegriffe der Komplexchemie (Zentralion, Liganden, Koordinationszahl und -geometrie). • Metallische Bindung. • Intermolekulare Bindungskräfte, Wasserstoffbrückenbindung. • Energieänderungen bei chemischen Reaktionen und Chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz, Lösungsgleichgewichte, Löslichkeitsprodukt, Komplexbildungsgleichgewichte, Temperatur- und Druckabhängigkeit von Gleichgewichten, Prinzip von Le Châtelier, Katalysatoren. • Säure-Base-Reaktionen, pH-Wert, Puffer, Titrationskurven. • Redoxreaktionen, Nernst-Gleichung, Elektrolyse, Batterien, Brennstoffzellen. • Elementare Chemie der Halogene sowie der Elemente H, O, S, N, P, C. 				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Mortimer/Müller: Chemie; Thieme-Verlag. Riedel/Janiak: Anorganische Chemie; Verlag de Gruyter. Binnewies/Jäckel/Willner/Rayner-Canham: Allgemeine und Anorganische Chemie; Spektrum Akademischer Verlag. Brown/LeMay/Bursten: Chemie; Pearson Studium				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Prinzipien der Organischen Chemie				
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. T. J. J. Müller				
Dozierende: Prof. Dr. C. Czekelius, Prof. Dr. T. J. J. Müller, Dozierende der Organischen Chemie				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 150 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • die Grundlagen der Organischen Chemie wiedergeben, • die Grundprinzipien der Strukturlehre, der Stereochemie und der Nomenklatur anwenden, • grundlegende Substanzklassen bezeichnen, • funktionelle Gruppen identifizieren und ihnen grundlegende Eigenschaften und Reaktionsmöglichkeiten zuordnen, • Mechanismen grundlegender Reaktionen formulieren und anwenden. 				
Inhalte Vorlesung: Bindungsverhältnisse, Strukturen, Stereochemie, Nomenklatur, Funktionelle Gruppen und Stoffklassen, grundlegende Reaktionstypen (Autoxidation, SRad, SN1, SN2, Additionen an olefinische C=C-Bindungen, β -Eliminierungen, SE-Ar, Carbonylchemie, Redox-Reaktionen), bedeutende Industrieverfahren.				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter (2) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (3) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: K. P. C. Vollhardt, / N. E. Schore, Organische Chemie. Wiley-VCH, Weinheim, 5. Auflage, 2011. N. E. Schore, Arbeitsbuch Organische Chemie. Wiley-VCH Weinheim, 5. Auflage, 2012. J. McMurry, Organic Chemistry. Cengage Learning Services, Sixth edition, 2003. J. McMurry, Study Guide with Solutions Manual for McMurry's. Brooks/Cole, 7th edition, 2010. K. Schwetlick, Organikum. Wiley-VCH Weinheim, 24. Auflage, 2015.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Algorithmen und Datenstrukturen				
Modulverantwortliche: Priv.-Doz. Dr. Gurski, Prof. Dr. Klau, Prof. Dr. Lercher, Prof. Dr. Wanke				
Dozierende: Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski, Prof. Dr. Gunnar W. Klau, Prof. Dr. Martin Lercher, Prof. Dr. Egon Wanke				
Arbeitsaufwand 300 h	Leistungspunkte 10 LP	Kontaktzeit 90 h	Selbststudium 210 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Studierende, die das Modul erfolgreich absolviert haben, besitzen anschließend ein Basisverständnis der wichtigsten Grundlagen über Algorithmen. Sie haben die Fähigkeit zur Problemspezifikation und algorithmischen Problembearbeitung erworben.				
Inhalte Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse aus folgenden Bereichen. <ul style="list-style-type: none"> • Algorithmen und ihre formalen Grundlagen • Rechenmodelle, Effizienzmaße • Sortierverfahren (Quicksort, Heapsort, Mergesort, ...) • Aufwandsabschätzung im Mittel • Suchstrategien (Binärsuche, Interpolationsuche, Textsuche, ...) • Dictionaries (offene Hashverfahren, dynamische Hashverfahren) • Suchbäume (AVL-Bäume, B-Bäume, Splay-Trees, ...) • Vorrangwarteschlangen (Heaps, Binominal Queues, Fibonacci-Heaps, ...) • Amortisierte Laufzeitanalysen • Einführung in Graphenalgorithmen (Tiefensuche, Breitensuche, Zusammenhangsprobleme, ...) 				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Klausur oder mündliche Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben (2) Aktive Mitarbeit in den Übungen (3) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 10				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: T. Ottmann, P. Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, Spektrum Akademischer Verlag, 5. Auflage, 2012. Richard Johnsonbaugh, Marcus Schäfer: Algorithms, Pearson Education, 2004 Jon Kleinberg, Eva Tardos: Algorithm Design, Addison Wesley, 2006				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Einführung Rechnernetze, Datenbanken und Betriebssysteme				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Conrad, Prof. Dr. M. Mauve, Prof. Dr. M. Schöttner				
Dozierende: Prof. Dr. S. Conrad, Prof. Dr. M. Mauve, Prof. Dr. M. Schöttner				
Arbeitsaufwand 150 h	Leistungspunkte 5 LP	Kontaktzeit 45 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: 300 Ü, PÜ: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden die wichtigsten Komponenten des Internets benennen, sowie deren Beziehungen untereinander und Ihre grundsätzliche Funktion beschreiben, <ul style="list-style-type: none"> • einfache Programme mit Netzwerknutzung schreiben. • grundlegende Funktionen eines Betriebssystems benennen und erläutern, • einfache nebenläufige Programme schreiben, • die Aufgaben eines Datenbanksystems benennen, • Datenbanken in Form von ER Modellen darstellen und • einfache Datenbankabfragen in SQL schreiben. 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und grundlegende Funktionsweise des Internets • Socketprogrammierung • Speicherverwaltung (virtueller Speicher, Heap, Stack) • Grundlegende Funktionsweise von Dateisystemen • Nebenläufigkeit (Threads, Scheduling, Synchronisierung) • Entity-Relationship-Modellierung • Relationenmodell • Grundlagen von SQL 				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (2) schriftliche Prüfung (Klausur, i.d.R. 60 Minuten)				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 5				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: J. F. Kurose, K. W. Ross: Computer Networking – A Top-Down Approach Featuring the Internet; 6th Edition; Pearson, 2012. A. Heuer, G. Saake, K.-U. Sattler: Datenbanken – Konzepte und Sprachen, 5. Aufl., mitp-Verlag, Bonn, 2013. A. Tanenbaum: Modern Operating Systems, 4. Aufl., Prentice Hall, 2014. W. Stallings, Operating Systems: Internals and Design Principles, Prentice Hall, 8. Aufl., 2014.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Programmierung				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Harmeling, Prof. Dr. M. Schöttner				
Dozierende: Prof. Dr. S. Harmeling, Prof. Dr. M. Schöttner				
Arbeitsaufwand 300 h	Leistungspunkte 10 LP	Kontaktzeit 120 h	Selbststudium 180 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS Praktische Übung: 2 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: 300 Ü, PÜ: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> • Begriffe der Informatik und der Programmierung zu nennen und zu erläutern • einfache Algorithmen (iterativ und rekursiv) zu verstehen, deren Ablauf zu beschreiben, sowie selbst zu erstellen • eigene Datentypen zu konzipieren und anzuwenden • einfache objektorientierte Programme mit Polymorphie, Vererbung und Schnittstellen zu entwickeln • die behandelten dynamischen Datenstrukturen anzuwenden 				
Inhalte: Dieses Modul vermittelt grundlegende Programmierkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache. Darüber hinaus werden einführend Aspekte von Algorithmen und Datenstrukturen behandelt. Es wird keine Programmiererfahrung vorausgesetzt. <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe der Informatik • Primitive Datentypen und Variablen • Kontrollstrukturen • Eigene Datentypen (Klassen) und Arrays • Programmstrukturen im Speicher (Heap, Stack) • Konzepte der Objektorientierung (Polymorphie, Schnittstellen) • Rekursion • Fehlerbehandlung • Dynamische Datenstrukturen (Listen, Binärbäume, Hashing) • Suchen und Sortieren (ausgewählte Algorithmen, u.a. binäre Suche, BubbleSort, QuickSort) • Datenströme (Standard-Eingabe und -Ausgabe, einfache 2D-Grafik, Dateien) 				
Teilnahmevoraussetzungen:				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) aktive und erfolgreiche Mitwirkung an den theoretischen und praktischen Übungen (2) schriftliche Prüfung (Klausur, i.d.R. 90 Minuten)				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 10				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: R. Schiedermeier, „Programmieren mit Java“, Pearson Studium, 2010. C. Ullenboom, „Java ist auch eine Insel“, 11. Aufl., 2014. R. Sedgewick & K. Wayne, „Introduction to Programming in Java“, Addison-Wesley, 2007.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Rechnerarchitektur				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Conrad, Prof. Dr. M. Mauve				
Dozierende: Prof. Dr. S. Conrad, Prof. Dr. M. Mauve				
Arbeitsaufwand 150 h	Leistungspunkte 5 LP	Kontaktzeit 45 h	Selbststudium 105 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS		Häufigkeit des Angebots Sommersemester		Gruppengröße V: 300 Ü: 20 – 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: Studierende können <ul style="list-style-type: none"> wiedergeben wie ein moderner Computer aufgebaut ist, die verschiedenen Schichten einer Rechnerarchitektur beschreiben und dabei auf ihre Verbindung untereinander eingehen, erklären, wie eine CPU/ALU aus elementaren digitalen Schaltungen konstruiert wird, zentrale Funktionen eines Betriebssystems identifizieren und ihre Arbeitsweise an einfachen Beispielen darstellen, einfache digitale Schaltungen entwerfen und optimieren 				
Inhalte Die Vorlesung „Rechnerarchitektur“ sowie die dazugehörige Übung behandeln den Aufbau eines Rechners. Dabei wird insbesondere auf folgende Themengebiete eingegangen: <ul style="list-style-type: none"> Datendarstellung einfache Fehlererkennende und -korrigierende Codes Konzepte zur effizienten Datenverarbeitung (Pipelines, Caches) digitale Logik digitale Schaltungen Mikroprogrammierung 				
Teilnahmevoraussetzungen:				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zur Vorlesung „Rechnerarchitektur“ (2) schriftliche Prüfung (Klausur, i.d.R. 60 Minuten)				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 5				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: A.S. Tanenbaum and T. Austin: Structured Computer Organization; 6th Edition; Pearson; 2013. Prentice Hall; 5th Edition; 2006				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengänge Physik und Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen: Dieses Modul umfasst nur einen Teil des Moduls <i>Rechnerarchitektur</i> aus dem Bachelor-Studiengang Informatik.				

Allgemeine Psychologie II				
Modulverantwortliche/r: Prof. M. Heil				
Dozierende: Prof. M. Heil				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 60 h	Selbststudium 180 h	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS		Häufigkeit des Angebots Wintersemester		Gruppengröße V: ca. 200
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Fachkenntnisse Allgemeiner Psychologie • Kommunikationskompetenz 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Lernen (klassische Konditionierung, operante Konditionierung, Modelllernen); • Aufmerksamkeit; • Gedächtnis (Kurzzeitgedächtnis, Arbeitsgedächtnis, Vorstellung, Langzeitgedächtnis, Enkodier- und Abrufprozesse, Implizites Gedächtnis) • Motivation & Emotion (Emotionstheorien, Emotion & Gedächtnis, Hunger, Durst, Sucht, Motivationstheorien, Angst, Aggression, Leistungsmotivation). 				
Teilnahmevoraussetzungen: Zulassung für das Modul durch den Prüfungsausschuss				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: wird vom Dozenten bekannt gegeben				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

Biologische Psychologie				
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Bellebaum				
Dozierende: Prof. Dr. C. Bellebaum				
Arbeitsaufwand 240 h	Leistungspunkte 8 LP	Kontaktzeit 60 h	Selbststudium 180 h	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS (Biol. Psychologie I, WS) 2 SWS (Biol. Psychologie II, SS)		Häufigkeit des Angebots Wintersemester + Sommersemester		Gruppengröße V: ca. 200
Lernergebnisse/Kompetenzen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Fachkenntnisse in Biologischer Psychologie. 				
Inhalte:				
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Biologischen Psychologie: Einblick in die Zusammenhänge zwischen Gehirn, Erleben und Verhalten, z.B. Sinnessysteme und Wahrnehmung, vergleichende Ansätze in der Geschlechterforschung, (meta-) kognitiven Funktionen, Sprache, Bewusstsein, Kulturation; • Forschungsmethoden der Biologischen Psychologie von der funktionellen Neuroanatomie zur Verhaltensmessung 				
Teilnahmevoraussetzungen: Zulassung für das Modul durch den Prüfungsausschuss				
Prüfungsformen: Benotete schriftliche oder mündliche Modulabschlussprüfung (Voraussetzungen für die Prüfungszulassung werden vom Dozenten oder der Dozentin zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben)				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote (BSc Physik und BSc Medizinische Physik ab PO 2019): 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: wird vom Dozenten bekannt gegeben				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik (Wahlpflichtbereich) • Weitere Studiengänge entsprechend Maßgabe der jeweiligen Prüfungsordnung 				
Sonstige Informationen:				

3.10 Bachelorarbeit

Bachelorarbeit (Medizinische Physik)				
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Physik an der HHU; externe Betreuer				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik				
Arbeitsaufwand 360 h	Leistungspunkte 12 LP	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer ca. 9-12 Wochen
Lehrveranstaltungen Abschlussarbeit		Häufigkeit des Angebots Sommer- und Wintersemester		Gruppengröße
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Lernziele können nach Thematik des Lernprojekts variieren. Typische Lernziele sind: <ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung einer wissenschaftsnahen, medizinphysikalischen oder physikalischen Fragestellung aus einem selbst gewählten Forschungsbereich unter Anleitung; • Beherrschung fortgeschrittener, spezieller experimenteller Techniken und/oder theoretischer Methoden; • Anwendung von Kenntnissen und Fertigkeiten aus Modulen des Bachelorstudiengangs und aus der Fachliteratur auf die Bearbeitung der Fragestellung; • Kenntnis der für die Fragestellung relevanten Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens; • Mitarbeit in einem Team und die entsprechenden Kommunikationskompetenzen. • Fähigkeit zur Abfassung eines wissenschaftlichen Berichts über ein eigenständig durchgeführtes Projekt 				
Inhalte: Die Bachelorarbeit ist die Abschlussarbeit des Bachelorstudiengangs Medizinische Physik. Die Anfertigung der Bachelorarbeit wird durch einen (eine) Professor(in) oder ein anderes habilitiertes Mitglied des Lehrkörpers betreut. Das Thema der Arbeit wird von dem (der) Betreuer(in) gestellt. Das Thema entstammt in der Regel dem Forschungsgebiet des Betreuers und soll in einem engen Bezug zum von dem (der) Studierenden gewählten Spezialisierung stehen. Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss einen externen Betreuer für die Betreuung der Bachelorarbeit bestellen. In diesem Fall wird ein Zweitbetreuer aus dem Lehrkörper der HHU Düsseldorf benannt.				
Teilnahmevoraussetzungen: Erwerb von mindestens 120 Leistungspunkten.				
Prüfungsformen: Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse der Bachelorarbeit.				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: Annahme der Bachelorarbeit.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 24				
Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch				
Literatur: Weiterführende Monographien, Übersichtsartikel und Dissertationen aus dem gewählten Spezialgebiet.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Medizinische Physik 				
Sonstige Informationen:				

Bachelorarbeit (Physik)				
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Physik an der HHU;				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik				
Arbeitsaufwand 360 h	Leistungspunkte 12 LP	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer ca. 9-12 Wochen
Lehrveranstaltungen Abschlussarbeit		Häufigkeit des Angebots Sommer- und Wintersemester		Gruppengröße
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Lernziele können nach Thematik des Lernprojekts variieren. Typische Lernziele sind: <ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung einer wissenschaftsnahen, physikalischen Fragestellung aus einem selbst gewählten Forschungsbereich unter Anleitung; • Beherrschung fortgeschrittener, spezieller experimenteller Techniken und/oder theoretischer Methoden; • Anwendung von Kenntnissen und Fertigkeiten aus Modulen des Bachelorstudiengangs und aus der Fachliteratur auf die Bearbeitung der Fragestellung; • Kenntnis der für die Fragestellung relevanten Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens; • Mitarbeit in einem Team und die entsprechenden Kommunikationskompetenzen. • Fähigkeit zur Abfassung eines wissenschaftlichen Berichts über ein eigenständig durchgeführtes Projekt 				
Inhalte: Die Bachelorarbeit ist die Abschlussarbeit des Bachelorstudiengangs Physik. Die Anfertigung der Bachelorarbeit wird durch einen (eine) Professor(in) oder ein anderes habilitiertes Mitglied des Lehrkörpers betreut. Das Thema der Arbeit wird von dem (der) Betreuer(in) gestellt. Das Thema entstammt in der Regel dem Forschungsgebiet des Betreuers und soll in einem engen Bezug zum von dem (der) Studierenden gewählten Spezialisierung stehen. Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss einen externen Betreuer für die Betreuung der Bachelorarbeit bestellen. In diesem Fall wird ein Zweitbetreuer aus dem Lehrkörper der HHU Düsseldorf benannt.				
Teilnahmevoraussetzungen: Erwerb von mindestens 120 Leistungspunkten.				
Prüfungsformen: Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse der Bachelorarbeit.				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul: Annahme der Bachelorarbeit.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 24				
Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch				
Literatur: Weiterführende Monographien, Übersichtsartikel und Dissertationen aus dem gewählten Spezialgebiet.				
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Physik 				
Sonstige Informationen:				