Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften

(Stand 06.03.2024)

Liebe Studierende,

die hier vorliegende Version des Modulhandbuchs für den Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften enthält Informationen über alle Module, die gemäß der Prüfungsordnung belegt werden können. Die Modulbeschreibungen für die fachlichen Schwerpunkte wurden den Modulhandbüchern der jeweiligen Einfach-Studiengänge (Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik) entnommen.

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

- das zentrale Fachwissen, die experimentellen/technologischen Fähigkeiten und die sonstigen, allgemeineren Fähigkeiten zu Wissenstransfer, Kommunikationstechniken, wissenschaftlichem Arbeiten usw.;
- die Art und den Umfang der Veranstaltungen sowie die Prüfungsmodalitäten;
- Literaturangaben und
- die Angabe derjenigen Module, auf denen das Modul inhaltlich oder formal aufbaut.

Prof. Dr. Axel Görlitz (axel.goerlitz@hhu.de) – Studiengangsleiter

Dr. Susanne Wilhelm (susanne.wilhelm@hhu.de) – Studiengangskoordinatorin

Inhaltsverzeichnis

1. Qualifikationsziele des Studiengangs ... 5

1.1. Allgemeine Ausbildungsziele ... 5

1.2. Spezifische Qualifikationsziele ... 5

1.3. Berufliche Perspektiven für Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften ... 7

2. Struktur des Studiengangs ... 9

3. Modulbeschreibungen ... 10

3.1. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen ... 10

3.1.1. Vorlesungsmodule ... 10

Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1 ... 11

Physik für Naturwissenschaften ... 12

Mikrobiologie – Vorlesung ... 13

Genetik – Vorlesung ... 14

Allgemeine Botanik und Zoologie ... 15

Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie ... 16

Prinzipien der Organischen Chemie ... 17

Programmierung ... 18

Datenbanken: Eine Einführung ... 19

Analysis 1 ... 20

Lineare Algebra 1 ... 21

Elektrizität und Magnetismus ... 22

3.1.2. Praktikumsmodule ... 23

Mikrobiologie – Praktikum ... 24

Genetik – Praktikum ... 25

Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie ... 26

Programmierpraktikum 1 ... 27

Physikalisches Grundpraktikum 1 ... 28

3.2. Mathematisch - Naturwissenschaftliche Vertiefung ... 29

Einführung in Naturwissenschaftliches Arbeiten ... 30

Naturwissenschaftliches Projektpraktikum ... 31

Abschlussseminar ... 32

3.3. Fachlicher Schwerpunkt ... 33

3.3.1. Fachlicher Schwerpunkt Biologie ... 34

Zell und Molekularbiologie ... 35

Biochemie ... 37

Tierphysiologie ... 38

Biophysik ... 39

Ökologie und Evolution ... 40

Entwicklungsbiologie ... 42

Pflanzenphysiologie ... 44

Botanik ... 46

Zoologie ... 48

Bachelorarbeit ... 49

3.3.2. Fachlicher Schwerpunkt Chemie ... 50
Chemie der Elemente ... 51
Praktikum zur Chemie der Elemente ... 52
Vertiefte Organische Chemie ... 53
Organisch-Chemisches Synthesepraktikum ... 55
Vom Atom zur kondensierten Materie ... 56
Thermodynamik und Kinetik ... 58
Fortgeschrittene Physikalische Chemie ... 60
Grundlagen der Biochemie (GBC) ... 62
Einführung in die Quanten- und Computerchemie ... 64
Einführung in synthetische und analytische Methoden ... 66
Elementorganische Chemie ... 67
Analytische Methoden in der Chemie: Bestimmungsanalytik ... 69
Prinzipien der Makromolekularen Chemie ... 71
Bachelorabeit ... 73
3.3.3. Fachlicher Schwerpunkt Informatik ... 74
Algorithmen und Datenstrukturen ... 75
Grundlagen der Computernetzwerke ... 77
C-Programmierung für Algorithmen und Datenstrukturen ... 78
Data Science ... 79
Programmierpraktikum 2 ... 80
Theoretische Informatik ... 81
Rechnerarchitektur ... 83
Bachelorarbeit ... 84
3.3.4. Fachlicher Schwerpunkt Mathematik ... 85
Analysis 2 ... 86
Analysis 3 ... 87
Funktionentheorie ... 88
Lineare Algebra 2 ... 89
Algebra ... 90
Stochastik ... 91
Numerik 1 ... 92
Computergestützte Mathematik ... 93
zur Linearen Algebra ... 93
Computergestützte Mathematik zur Analysis ... 94
Computergestützte Mathematik zur Statistik ... 95
Numerik 2 ... 96
Wahrscheinlichkeitstheorie ... 97
Einführung in die Optimierung ... 98
Einführung in die Gruppentheorie ... 99
Proseminar Mathematik ... 100
Seminar Mathematik ... 101
Bachelorarbeit ... 102
3.3.5. Fachlicher Schwerpunkt Physik ... 103
Theoretische Mechanik ... 104

Theoretische Elektrodynamik 105
Experimentelle Atomphysik 106
Quantenmechanik 107
Statistische Mechanik 108
Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum 109
Seminar zur Physik 110
Spezialisierung 111
Mathematische Methoden der Physik 2 112
Elektronik 113
Experimentelle Thermodynamik 114
Experimentelle Festkörperphysik 115
Kern- und Elementarteilchenphysik 116
Physikalisches Programmierpraktikum 117
Bachelorarbeit 118
3.4. Ergänzungsbereich 119
Einführung in die Physikalische Chemie 121
Physikalisches Grundpraktikum 2 123
Grundlagen der Medizinischen Physik 124
4. Beispielstudienpläne 125
4.1. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Biologie 126
4.2. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Chemie 127
4.3. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Informatik 128
4.4. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Mathematik 129
4.5. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Physik 130
Anhang A – Auszug aus dem Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Biologie (Vertiefungsmodule im Schwerpunkt Biologie) 131
Anhang B – Auszug aus dem Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Chemie (Qualifizierungsmodule im Schwerpunkt Chemie) 259
Anhang C – Auszug aus dem Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Informatik (Module für den Wahlbereich im Schwerpunkt Informatik) 277
Anhang D – Auszug aus dem Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Mathematik (Wahlpflichtmodule im Schwerpunkt Mathematik) 323

1. Qualifikationsziele des Studiengangs

1.1. Allgemeine Ausbildungsziele

Übergeordnete Ausbildungsziele des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften sind die Vermittlung eines breiten mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenwissens und darauf aufbauend die Vermittlung grundlegenden Spezialwissens in mindestens einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Schwerpunkt. Dies gibt den Absolventinnen und Absolventen die Möglichkeit, sich später – im Beruf oder in einem Masterstudium – gezielt auf ein Berufsfeld oder auf ein Fachgebiet zu spezialisieren.

Im ersten Studienjahr erfolgt eine breite Grundlagenausbildung in den Fächern Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik, wodurch grundlegende Kenntnisse naturwissenschaftlicher Zusammenhänge erworben werden. Im zweiten und dritten Studienjahr schließt sich eine Vertiefung in einem dieser Fächer, das als Schwerpunkt gewählt wird, an. In diesem Schwerpunktbereich erwerben die Studierenden erweiterte Grundlagenkenntnisse und die Fähigkeit zur Anwendung fachwissenschaftlicher Methoden. Sie sollen dabei die selbständige Aneignung und kritische Beurteilung wissenschaftlicher Theorien und Methoden erlernen und zu erster eigenverantwortlicher Arbeit in einem theoretischen oder praktischen Projekt befähigt werden. Durch den vorgelagerten Erwerb eines breiten mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenwissens im ersten Studienjahr und spezielle fachübergreifende Module im Rahmen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Vertiefung soll insbesondere die Fähigkeit zu interdisziplinärem Arbeiten ausgehend vom gewählten Schwerpunkt gefördert werden.

Entsprechend der grundsätzlichen Ausrichtung des Studiengangs mit Blick auf eine spätere forschungsnahe Beschäftigung ist ein formales Qualifikationsziel, dass die Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften in einen mathematisch-naturwissenschaftlichen Masterstudiengang entsprechend dem im Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften gewählten Schwerpunkt übergehen können. Der Studiengang ist daher so konzipiert, dass das Fachwissen und die Kompetenzen, die eine Studierende oder ein Studierender im gewählten Schwerpunkt erwirbt, für die Zulassung im entsprechenden Masterstudiengang qualifizieren. Dies gilt nicht nur für die entsprechenden Masterstudiengänge an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, für die die jeweils notwendigen Eignungsvoraussetzungen in Eignungsfeststellungsordnungen festgelegt sind, sondern auch für Studiengänge an anderen Universitäten. Eine detailliertere Beschreibung der schwerpunktspezifischen Qualifikationsziele findet sich in Abschnitt 1.2.

Für besonders interessierte und leistungsbereite Studierende besteht die Möglichkeit, den Studiengang mit zwei Schwerpunkten abzuschließen und damit die Zugangsberechtigung für zwei unterschiedliche Masterstudiengänge zu erwerben. In der Regel wird sich die Studiendauer dadurch um rund ein Studienjahr verlängern.

Für Studierende, die im Anschluss an einen Abschluss im Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften direkt in das Berufsleben einsteigen wollen, eröffnen sich prinzipiell die gleichen Berufsfelder wie für Absolventen eines Studiengangs, der in seiner Ausrichtung dem im Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften gewählten Schwerpunkt entspricht. Eine detailliertere Beschreibung zu den beruflichen Perspektiven findet sich in Abschnitt 1.3.

1.2. Spezifische Qualifikationsziele

Unabhängig vom jeweiligen Schwerpunkt der einzelnen Absolventin oder des einzelnen Absolventen beinhalten die Qualifikationsziele des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften die folgenden Kompetenzen:

- die Fähigkeit, theoretische und/oder experimentelle Projekte unter Anleitung durchzuführen und dabei moderne experimentelle Techniken und grundlegende Methoden aus unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Bereichen fachgerecht anzuwenden;
- die Fähigkeit, wissenschaftliche Informationssysteme unter Berücksichtigung der elektronischen Datenverarbeitung zur Lösung einer wissenschaftlichen Fragestellung zu nutzen und selbständig Literatur zu recherchieren, diese zu bewerten und zu interpretieren;
- die Fähigkeit, unter Anleitung exemplarisch ein naturwissenschaftliches Problem wissenschaftlich zu analysieren, darzustellen und zu lösen;
- die Fähigkeit konstruktiv in einem Team zu arbeiten;
- die Fähigkeit, ein wissenschaftliches Projekt auch für Nichtspezialisten aufzuarbeiten und zu kommunizieren;
- die Kenntnis der allgemeinen und fachspezifischen Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis,
- das Wissen um die Notwendigkeit von verantwortlichem, professionellem Handeln in der Wissenschaft sowie der gesellschaftlichen Verantwortung der Wissenschaft.

Die spezifischen Kompetenzen, die Absolventinnen und Absolventen eines bestimmten fachlichen Schwerpunkts im Rahmen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften erwerben, sind:

(***Schwerpunkt Biologie***) Fundierte Kenntnisse und Verständnis der Prinzipien, Konzepte und Methoden der allgemeinen Biologie (Zell- und Molekularbiologie, Botanik/Zoologie, Genetik, Entwicklungsbiologie, Biophysik, Mikrobiologie, Biochemie, Physiologie, Ökologie und Evolution) mit Vertiefung in einem selbstgewählten Bereich.

(***Schwerpunkt Chemie***) Fundiertes, breites Grundlagenwissen in den chemischen Kernfächern (Anorganische, Organische und Physikalische Chemie); Grundkenntnisse in Biochemie, Theoretischer Chemie und Polymerchemie einschließlich der dazugehörenden Methodenkompetenz; Fähigkeit zur Umsetzung theoretischer Kenntnisse in praktischen Versuchen; Kenntnis der relevanten gesetzlichen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen.

(***Schwerpunkt Mathematik***) Solides, breites Grundlagenwissen in den mathematischen Grundlagenfächern; Fähigkeit zur Problemlösung mit Hilfe von Computerprogrammen in der Analysis, Numerik und Statistik; Weiterführende Kenntnisse in einem Gebiet der Mathematik , das an der HHU in der Forschung vertreten ist; Konzeptionelles, analytisches und logisches Denken; Fertigkeit, Probleme durch ein Wechselspiel zwischen Abstraktion, Spezialisierung und Verallgemeinerung zu lösen.

(***Schwerpunkt Informatik***) Fundierte Programmierkenntnisse; Kenntnis und grundlegendes Verständnis informatischer Denkweisen, insbesondere das Denken in Algorithmen, in Modellen, in nebenläufigen Prozessen, in Schichten und Architekturen; Fähigkeit zur Anwendung von Fachwissen der Informatik insbesondere auch in Verbindung mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern; Fähigkeit, sich Problemlösungen eigenständig, strukturiert und kreativ zu erarbeiten, um sich der raschen Weiterentwicklung der Informatik auch im späteren Berufsleben kontinuierlich anpassen zu können.

(***Schwerpunkt Physik***) Solide Kenntnisse in den wichtigsten grundlegenden Bereichen der experimentellen und theoretischen Physik sowie Grundkenntnisse in Mathematik; Fähigkeit zur Überprüfung theoretischer Grundlagen in praktischen Experimenten; Verständnis grundlegender Prinzipien der Entwicklung physikalischer Theorien; Fähigkeit zur Analyse unterschiedlicher physikalischer Problemstellungen und zur eigenständigen Erarbeitung von Lösungsansätzen.

1.3. Berufliche Perspektiven für Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften

Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften besitzen im gewählten Schwerpunkt ein Ausbildungsniveau, das dem der entsprechenden Einfach-Studiengänge (Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik oder Physik) vergleichbar ist. Hinzu kommt als zusätzliches Qualifikationsmerkmal eine breitere mathematisch-naturwissenschaftliche Grundausbildung. Daher entsprechen die beruflichen Perspektiven für Absolventinnen und Absolventen im Wesentlichen auch denen für Absolventinnen und Absolventen der entsprechenden mathematisch-naturwissenschaftlichen Einfach-Studiengänge, wobei der Fokus in Richtung interdisziplinärer Tätigkeiten verschoben ist.

Insbesondere für die Studiengangsschwerpunkte Mathematik und Informatik, aber auch Physik kommen Tätigkeiten mit starkem IT-Bezug in Frage, während für die Schwerpunkte Biologie und Chemie, aber auch Physik Labortätigkeiten (mit einem Anforderungsprofil, das etwas höher liegt als das für biologisch-technische, chemisch-technische oder physikalisch-technische Assistenten) das natürliche Betätigungsfeld darstellen.

Für Absolventinnen und Absolventen des Schwerpunkts Biologie gibt es ein breites Spektrum an ausbildungsnahen Berufsfeldern. So kommen beispielsweise eher praktisch orientierte Tätigkeiten in Unternehmen im Life-Science- und Gesundheitsbereich oder auch im Umweltschutz in Frage. Für Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften wird erwartet, dass die Tätigkeit an andere mathematisch-naturwissenschaftliche Gebiete angrenzt, beispielsweise bei der computergestützten Auswertung biologischer Daten.

Für Absolventinnen und Absolventen mit dem Schwerpunkt Chemie gibt es ein ziemlich klar definiertes Berufsfeld in der chemischen bzw. pharmazeutischen Industrie. Der Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften qualifiziert hier insbesondere für praktische Tätigkeiten mit interdisziplinärem Bezug, z. B. wenn in der chemischen Forschung physikalische Messmethoden zum Einsatz kommen.

Absolventinnen und Absolventen mit dem Schwerpunkt Physik eignen sich insbesondere für Anstellungen in technisch orientierten Forschungs- und Entwicklungslaboratorien der Industrie, im Vertrieb und in Großforschungseinrichtungen. Durch die interdisziplinäre Ausbildung sind diese Absolventinnen und Absolventen insbesondere auch für Tätigkeiten in der chemischen Industrie geeignet, in denen sowohl technische als auch biologisch-chemische Kenntnisse gefragt sind.

Absolventinnen und Absolventen mit dem Schwerpunkt Mathematik sind aufgrund der fundierten mathematischen Ausbildung besonderes geeignet für Tätigkeiten, bei denen die quantitative Analyse von Daten wichtig ist. Dies umfasst Tätigkeiten bei Versicherungen und Banken, für Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften, aber insbesondere auch Tätigkeiten in Forschung und Entwicklung, bei denen große Datenmengen analysiert werden müssen.

Für Absolventen und Absolventinnen des Schwerpunkts Informatik stehen vielfältige Beschäftigungsmöglichkeiten am Arbeitsmarkt zur Verfügung, da Datenverarbeitung und Softwareentwicklung inzwischen in fast allen Berufsfeldern von großer Bedeutung sind. Der Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften qualifiziert dabei insbesondere für Tätigkeiten mit Bezug zu den anderen Naturwissenschaften, etwa bei der Entwicklung von Bildverarbeitungssystemen oder von Algorithmen zur Genomanalyse.

Für Absolventinnen und Absolventen aller Schwerpunkte des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften eröffnen sich Berufsfelder, in denen ein breites naturwissenschaftliches Wissen erwartet wird. Dies sind beispielsweise der Wissenschaftsjournalismus oder das Patentanwaltswesen.

Es steht zu erwarten, dass sich Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften nicht nur in den oben angesprochenen mathematisch-naturwissenschaftlich

geprägten Berufsfeldern wiederfinden werden, sondern die konkrete Berufsausübung, wie bei allen Absolventinnen und Absolventen mathematisch-naturwissenschaftlicher Studiengänge üblich, nicht immer eindeutig dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich zuzuordnen sein wird. So arbeitet laut Mikrozensus derzeit ein großer Teil der studierten Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler in Tätigkeitsfeldern wie Lehre und Forschung, Unternehmensführung und -organisation, Informations- und Kommunikationstechnik oder technische Entwicklung und Produktion (siehe *Bericht der Bundeanstalt für Arbeit: Blickpunkt Arbeitsmarkt - Akademikerinnen und Akademiker, Nürnberg, Mai 2018, Abb. 45*).

Unbeschadet der Möglichkeit zum direkten Berufseistieg nach dem Abschluss des Bachelorstudiengangs wird voraussichtlich nur ein kleiner Teil der Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften nach dem Bachelorabschluss direkt in die Berufstätigkeit einsteigen. Dies entspricht der empirischen Beobachtung, dass derzeit der Großteil (mehr als 90%) der Absolventinnen und Absolventen aller mathematisch-naturwissenschaftlichen Studiengänge nach dem Bachelorabschluss das Studium in einem Masterstudiengang fortsetzt (siehe *Bericht der Bundeanstalt für Arbeit: Blickpunkt Arbeitsmarkt - Akademikerinnen und Akademiker, Nürnberg, Mai 2018, S.41 und S. 83*). Ein wichtiger Grund dafür ist, dass die späteren beruflichen Aufstiegsmöglichkeiten durch einen Masterabschluss und gegebenenfalls eine Promotion noch deutlich verbessert werden.

2. Struktur des Studiengangs

Der Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften ist ein sechssemestriger grundständiger Bachelorstudiengang, in den nur im Wintersemester Studienanfängerinnen und -anfänger aufgenommen werden. Der Studiengang lässt sich in eine fachlich breit angelegte Einführungsphase mit einer Dauer von ca. einem Jahr und eine daran anschließende, auf einen mathematisch-naturwissenschaftlichen Schwerpunkt fokussierte Vertiefungsphase unterteilen. In der Einführungsphase sollen die Studierenden zunächst in einem breiten mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenstudium auf universitärem Niveau einen fundierten Einblick in verschiedene Fächer gewinnen. In der Vertiefungsphase erfolgt eine Spezialisierung auf mindestens einen fachbezogenen Schwerpunkt. Die angebotenen Schwerpunkte sind Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik. Einführungs- und Vertiefungsphase sind nicht starr voneinander abgegrenzt, sondern gehen im 2. bis 4. Semester fließend ineinander über, wobei die Studierenden selbst entscheiden können, wann sie sich auf einen fachlichen Schwerpunkt festlegen. In der Regel sollte die Wahl des fachlichen Schwerpunkts bis zum Beginn des dritten Studiensemesters erfolgen.

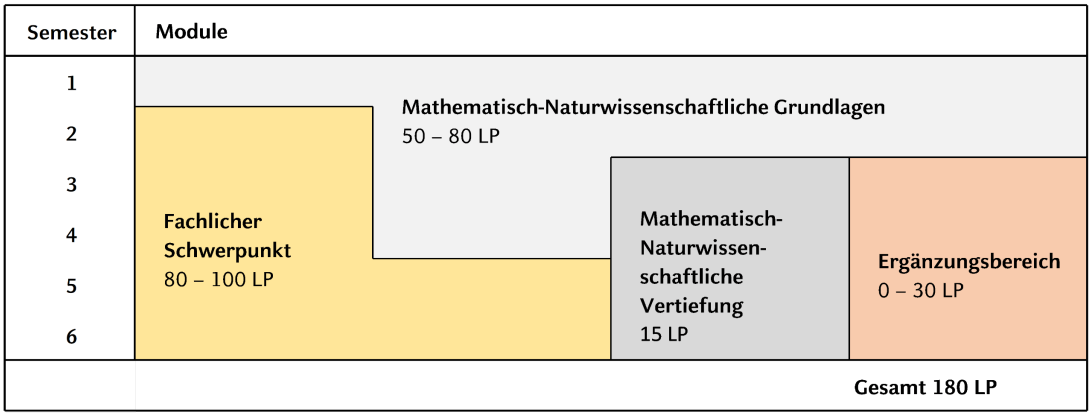

Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Studiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften

Der Studiengang ist so konzipiert, dass jede/r Studierende von Beginn des Studiums an unter einem großen Angebot an Modulen auswählen kann. Die Module des Studiengangs werden dabei den vier Bereichen (1) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen*, (2) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung*, (3) *Fachlicher Schwerpunkt* und (4) *Ergänzungsbereich* zugeordnet. Der Bereich (1) bildet dabei die Einführungsphase, während die Bereiche (2), (3) und (4) die Vertiefungsphase abdecken. Insgesamt müssen Studierende für einen erfolgreichen Abschluss 180 Leistungspunkte nach ECTS erwerben, wobei die genaue Anzahl an Leistungspunkten, die in den verschiedenen Bereichen unter Einhaltung der im folgenden Abschnitt dargelegten Regeln erworben wird, variiert.

Zur Unterstützung der Studierenden bei der Erstellung individueller Studienpläne sind jeweils vor Beginn der ersten drei Semester Beratungsgespräche mit der Studiengangskoordinatorin vorgeschrieben. Die Studierenden werden zu diesen Gesprächen eingeladen.

Der Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften wird mit dem Grad *Bachelor of Science* abgeschlossen. Der Schwerpunkt XXX[1] wird auf der Urkunde / dem Zeugnis ausgewiesen und befähigt inhaltlich zur Aufnahme eines Masterstudiums im gewählten Schwerpunkt.

[1] XXX steht hier für Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik oder Physik

3. Modulbeschreibungen

3.1. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen

In der Einführungsphase des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften wählen die Studierenden Module aus dem Bereich (1) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen*, wobei in allen Fächern Vorlesungsmodule und in den meisten Fächern (außer Mathematik) zusätzlich Praktikumsmodule angeboten werden.

3.1.1. Vorlesungsmodule

Der Bereich (1) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* beinhaltet sowohl verpflichtende Vorlesungsmodule (*Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1* und *Physik für Naturwissenschaften)* als auch Wahlpflichtmodule aus den Fächern Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik. Jede/r Studierende muss zur Abdeckung des Bereichs (1) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* mindestens ein Vorlesungsmodul in jedem der 5 beteiligten Fächer erfolgreich absolvieren. Bei der Wahl eines der fachlichen Schwerpunkte Biologie oder Chemie (siehe 3.1 und 3.2.) entfällt die Verpflichtung zur Absolvierung eines Wahlpflichtmoduls aus dem Bereich Mathematik.

Modul	**Fach**	**ECTS**	**SWS**	**WS/SS**
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1	übergreifend	7	4V + 3Ü	WS
Physik für Naturwissenschaften	Physik	8	4V + 2Ü	WS
Wahlpflichtmodule Biologie				
Mikrobiologie	Biologie	5	3V	WS
Genetik	Biologie	4	2V + 1Ü	SS
Allgemeine Botanik und Zoologie für Naturwissenschaften	Biologie	3	2V	WS
Wahlpflichtmodule Chemie				
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie	Chemie	8	4V + 2Ü	WS
Prinzipien der Organischen Chemie	Chemie	8	4V + 2Ü	SS
Wahlpflichtmodule Informatik				
Programmierung	Informatik	10	4V + 2Ü	WS
Datenbanken: Eine Einführung	Informatik	5	2V + 2Ü	SS
Wahlpflichtmodule Mathematik				
Lineare Algebra 1	Mathematik	9	4V + 2Ü	WS/SS
Analysis 1	Mathematik	9	4V + 2Ü	WS/SS
Wahlpflichtmodul Physik				
Elektrizität und Magnetismus	Physik	6	4V + 1Ü	SS

	Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. D. Bruß				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik				
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

- 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

- Grundbegriffe: Mengen und Zahlen;
- Funktionen einer reellen Variablen;
- Differentiation von Funktionen;
- Integration von Funktionen;
- Komplexe Zahlen;
- Vektoren, Matrizen und Tensoren;
- Funktionen mehrerer reeller Variabler;
- Krummlinige Koordinatensysteme;
- Grundlegende Begriffe der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung;
- Gewöhnliche Differentialgleichungen.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: 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: 7

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: K. Weltner, *Mathematik für Physiker*, Bd. 1 u. 2, Springer (2008).
C. Lang, N. Pucker, *Mathematische Methoden in der Physik*, Spektrum Akademischer Verlag (2005).
H. Kerner, W. von Wahl, *Mathematik für Physiker*, Springer (2007).

Sonstige Informationen: Dieses Modul ist identisch mit dem Modul *Mathematische Methoden der Physik I* im Bachelorstudiengang Physik.

	Physik für Naturwissenschaften			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Prof. Dr. A. Görlitz, Dozierende des Fachs Physik				
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: 40–100 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- Fundierter Überblick über die grundlegenden Prinzipien der Mechanik und Optik sowie deren Bedeutung für die Naturwissenschaften;
- Kenntnis grundlegender Lösungsansätze für physikalische Probleme;
- Fähigkeit zur selbständigen Lösung einfacher Aufgaben aus den Gebieten der Mechanik und Optik durch Anwendung des erworbenen Fachwissens;
- Fähigkeit zur Entwicklung von Lösungsansätzen für komplexe Aufgaben aus den Gebieten der Mechanik und Optik.

Inhalte

Mechanik

1. Newton'sche Gesetze; 2. Kinematik und Dynamik von Massepunkten; 3. Energie- und Impulserhaltung; 4. Rotationsbewegungen; 5. Kinematik und Dynamik starrer Körper; 6. Gravitation (Kepler'sche Gesetze); 7. Schwingungen und Wellen.

Optik

1. Geometrische Optik (Brechung und Reflexion, Strahlverlaufsberechnungsmethoden); 2. Optische Instrumente; 3. Beugung und Interferenz; 4. Polarisation.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

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: 8

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Halliday Physik,* Wiley-VCH.

Sonstige Informationen:

Mikrobiologie – Vorlesung

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Feldbrügge

Dozierende: Prof. Dr. M. Feldbrügge, Prof. Dr. J. Hegemann, Prof. Dr. K. Jaeger, apl. Prof. Dr. U. Fleig, Prof. Dr. I. Axmann, Prof. Dr. Julia Frunzke, Dr. Susanne Wilhelm

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
150 h	5 LP	45 h	105 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 3 SWS	Wintersemester	V: 300

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können

- die grundlegenden Eigenschaften von Mikroorganismen beschreiben;
- das Basiswissen (siehe Inhalt) zur Struktur, Taxonomie, Genetik und Stoffwechsel von Bakterien, Pilzen und Viren wiedergeben.

Inhalte

Bakterien: Bau, Gramfärbung, Form und Beweglichkeit; Gruppenbeschreibung; Transformation; Konjugation; Transduktion; Restriktion und Modifikation; Genklonierung, Gentechnologie. Mutationen, Ames-Test. Regulation der Genfunktion bei Mikroorganismen. Viren und Bakteriophagen; Entdeckung, genereller Infektionszyklus; Lyse und Lysogenie; Genomvielfalt; pathogene Vielfalt; Klassifikation; Replikationsmechanismen; Infektionszyklen von RNA und DNA Viren; Retroviren; antivirale Wirkstoffe; Entstehung und Funktion von Onkoviren. Retrotransposons Ty, Copia, LINES; Verbreitung. Transponierbare Elemente. Konservative und replikative Transposition. Viroid; Replikation. Prion; Replikationsmodell. Mikrobiom des Menschen; Biofilm. Mikrobielle Pathogene: Virulenz; Adhärenz; Adhäsionsfaktoren; Virulenzfaktoren; Pathogenitätsinseln; Endotoxine; Exotoxine; A-B-Toxin. Eukaryotische Mikroorganismen/Protisten: Zell-Aufbau, Taxonomie, Flechten, Eigenschaften von Protozoen, Algen, Pilzen; Lebenszyklen; sexuelle + asexuelle Lebensformen; Lebenszyklus Modell-Hefen: *Saccharomyces cerevisiae und Schizosaccharomyces pombe*. Mikrobieller Stoffwechsel: Bioenergetik, Freie Energie, Aktivierungsenergie, Enzyme, Redoxreaktionen, Glykolyse, Energiereiche Bindungen, Substratkettenphosphorylierung, Fermentationsprodukte, Atmungskette, Oxidative Phosphorylierung, Protonenmotorische Kraft, reverser Zitronensäurezyklus, Phototrophie, Pigmente, Carotinoide, Anoxygene Photosynthese, Lithotrophie, Chemo-Organotrophie, Anaerobe Atmung, Carboxysomen, Schwefeloxidation, Eisenoxidation, Bio-Schürfen, Gärungstypen, Alkoholische Gärung, Buttersäure-Gärung, Milchsäuregärung, fermentierte Lebensmittel, C-Metabolismus, N-Metabolismus, Anammox, Ammonifizierung, Mikrobielle Ökologie, Syntrophie, Nitratreduktion, Denitrifizierung, Stickstofffixierung, Acetogenese, Methanogenese, Antibiotika, Regulation, Allosterische Regulation, Repressoren, Aktivatoren, cAMP, Operon, Stringente Antwort, Quorum Sensing, Attenuation, Riboschalter, Signaltransduktion.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Brock, *Mikrobiologie*, 13. Aufl.
Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Sonstige Informationen: Dieses Modul umfasst nur die Vorlesung des Moduls *Mikrobiologie* aus dem Bachelorstudiengang Biologie.

	Genetik – Vorlesung			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. Klein				
Dozierende: Prof. Dr. T. Klein, Prof. Dr. M. von Korff-Schmising, Prof. Dr. B. Stich und Mitarbeitende				
Arbeitsaufwand 120 h	**Leistungspunkte** 4 LP	**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 75 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können:

- die Grundlagen der klassischen Genetik, der molekularen Genetik sowie der Entwicklungs-, Evolutions- und Populationsgenetik wiedergeben;
- Methoden der Genetik auf praktische Probleme der Biologie anwenden;
- methodische Verfahren zur Untersuchung molekulargenetischer und entwicklungsgenetischer Fragestellungen vorschlagen und anwenden;
- Ergebnisse aus Kreuzungs- und Züchtungsexperimenten auswerten und Erklärungsmodelle entwickeln;
- grundlegende Methoden der DNA-Diagnostik, Klonierung und Genanalyse erläutern.

Inhalte

Allgemeine Genetik: Grundlagen der Meiose und Mitose, Chromosomenaufbau, Genstruktur, Segregation und Segregationsanalyse, Kreuzungsexperimente bei Tieren und Pflanzen, Mendelsche Gesetze, phänotypische Plastizität, molekulare und klassische Marker, Hochdurchsatzanalyse von DNA-Sequenzen, Vererbung quantitativer Eigenschaften, Grundlagen der Humangenetik, Erbkrankheiten, Stammbäume, chromosomale Aberrationen Populationsgenetik: Evolution von DNA-Sequenzen und Proteinen (Hardy-Weinberg-Gesetz, Gendrift u.a.), Evolution von Entwicklungsprozessen (Hox-Gene, Geschlechtdetermination u.a.). Identifizierung und Analyse von Genen: Vom Phänomen zum Gen, vom Gen zum Phänomen: Strategien zur Klonierung von Genen und Charakterisierung der Genfunktion; genetische Entscheidungsprozesse: die Segmentierung bei Insekten am Beispiel von *Drosophila melanogaster,* Geschlechtsdetermination bei Invertebraten und Vertebraten.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 4

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Lernhilfen: Arbeitsmaterial, Skript, Protokollblätter, Übungsaufgaben.

Sonstige Informationen: Dieses Modul umfasst nur die Vorlesung des Moduls *Genetik* aus dem Bachelorstudiengang Biologie.

Allgemeine Botanik und Zoologie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. J. Hegemann

Dozierende: Prof. Dr. M. Pauly, Prof. Dr. S. Prömel

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
90 h	3 LP	30 h	60 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS	Wintersemester	V: 300

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können:

- grundlegende biologische Konzepte wiedergeben;
- Grundkenntnisse über Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle benennen;
- Zellaufbau und die Rahmenbedingungen der Lebenszyklen von Pflanzen und Tieren nennen.

Inhalte

Allgemeine Botanik

Besondere Organellen und Strukturen der Pflanzenzelle; Wasserhaushalt der Pflanzen, Ernährung und Verteilung der Nährstoffe in der Pflanze; Gewebe, Organe und Baupläne der Pflanzen; Fortpflanzungszyklen der Pflanzen; Systematik, Anatomie und Fortpflanzung der Angiospermen.

Allgemeine Zoologie

Verwandtschaft und Konvergenz; Unterschiede zwischen Tier und Pflanze; Generations-wechsel bei Tieren und Pflanzen; Sporen und Gameten; Bauplan der Schwämme und Hohltiere; Zwitter und Gynander; Keimbahn; Gastrulation und Keimblätter; Taxa und Morphen; Parthenogenese und vegetative Vermehrung; Bauplan der niederen und höheren Würmer; Proto- und Deuterostomier; Bauplan der Arthropoden, Mollusken und Chordaten; Cladistik; Monophylie und Paraphylie.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 3

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Sadava et al., *Purves Biologie.*
Campbell, Reece, *Biologie.*

Sonstige Informationen: Dieses Modul ist identisch mit dem Modul Allgemeine Botanik und Zoologie für Biochemiker und Informatiker und für diese Teil von Bio110.

	Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. 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: 250 Ü: 30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die grundlegenden allgemein-chemischen Konzepte wiedergeben und erläutern,
- allgemein-chemische Konzepte für die Erklärung stofflicher Eigenschaften anwenden,
- grundlegende stoffchemische und strukturelle Fragestellungen bearbeiten.

Inhalte

- 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

Studienleistungen: Teilnahme an Vorlesung und Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 8

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Mortimer, Müller, *Chemie*, Thieme.
Riedel, Janiak, *Anorganische Chemie*, De Gruyter.
Binnewies, Jäckel, Schmidt, Willner, Rayner-Canham, *Allgemeine und Anorganische Chemie*, Spektrum Akademischer Verlag.
Brown, LeMay, Bursten, Murphy, Woodward, Stoltzfus, *Chemie*, Pearson Studium.

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

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	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	90 h	150 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS	Sommersemester	V: 250 Ü: 30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- 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, ß-Eliminierungen, SE-Ar, Carbonylchemie, Redox-Reaktionen);
- bedeutende Industrieverfahren.

Übungen:

Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesung.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter
(2) Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
(3) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 8

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:
K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore, *Organische Chemie,* 5. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2011).
N. E. Schore, *Arbeitsbuch Organische Chemie*, 5. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2012).
J. McMurry, *Organic Chemistry*, 6. Aufl., Cengage Learning Services (2003).
J. McMurry, *Study Guide with Solutions Manual for McMurry's*, 7. Aufl., Brooks/Cole (2010).
K. Schwetlick, *Organikum*, 24. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2015).

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	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** 90 h	**Selbststudium** 210 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- 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.

- 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: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Mitwirkung an den theoretischen und praktischen Übungen

(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 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).

Sonstige Informationen:

Datenbanken: Eine Einführung

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Conrad, Dr. L. Saalbach

Dozierende: Prof. Dr. S. Conrad, Dr. L. Saalbach

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
150 h	5 LP	60 h	90 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	Sommersemester	V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- die Aufgaben und Funktionen eines Datenbanksystems benennen und erläutern,
- selbstständig Datenbanken entwerfen,
- Datenbankanfragen in verschiedenen Formalismen (insb. relationale Algebra und SQL) formulieren und zwischen den Formalismen übersetzen und
- Transaktionsschedules auf Serialisierbarkeit überprüfen.

Inhalte

Dieses Modul vermittelt grundlegende theoretische und praktische Kenntnisse zu Datenbanken. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den verschiedenen Phasen des Datenbankentwurfs sowie Anfragen in SQL und den dafür erforderlichen Grundlagen.

- Architektur von Datenbanksystemen; 3-Ebenen-Schemaarchitektur;
- Aufgaben eines Datenbanksystems;
- Daten(bank)modelle; insb. Relationales Modell;
- konzeptioneller und logischer Datenbankentwurf (Phasenmodell, ER-Modell, Transformation in relationales Modell); Normalisierung (funktionale Abhängigkeiten, Normalformen, Synthesealgorithmus);
- Anfragesprachen für relationale Datenbanken und ihre Grundlagen; relationale Algebra, Kalküle, SQL;
- Concurrency Control: Probleme des Mehrbenutzerbetriebs, Transaktionen und Schedules, Serialisierbarkeit.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (in der Regel mit Hausaufgaben)
(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

G. Saake, K.-U. Sattler, A. Heuer, *Datenbanken – Konzepte und Sprachen*, 6. Aufl., mitp (2018).
A. Kemper, A. Eickler, *Datenbanksysteme – Eine Einführung*, 10. Aufl., Oldenbourg (2015).
G. Vossen, *Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagementsysteme*, Oldenbourg (2008).
R. Elmasri, S. B. Navath, *Fundamentals of Database Systems*, 7. Aufl., Pearson (2016).
H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, *Database Systems: The Complete Book*, 2. Aufl., Pearson (2009).

Sonstige Informationen:

	Analysis 1			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. J. Saal				
Dozierende: Die Dozierenden 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** Sommer- und Wintersemester		**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: 9

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: H. Amann, J. Escher, *Analysis I*.
R. Denk, R. Racke, *Kompendium der Analysis*, 1. Bd.

Sonstige Informationen:

	Lineare Algebra 1			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Schröer				
Dozierende: Die Dozierenden 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** Sommer- und Wintersemester		**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: 9

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: S. Bosch, *Lineare Algebra*.
G. Fischer, *Lineare Algebra*.

Sonstige Informationen:

Elektrizität und Magnetismus

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. Heinzel

Dozierende: Dozierende der Experimentalphysik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
180 h	6 LP	75 h	105 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS	Sommersemester	V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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 mathematischen Methoden zur Beschreibung und Erklärung elektrischer und magnetischer Phänomene.

Inhalte

- 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 Naturwissenschaften 1* (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: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:
Bergmann, Schäfer, *Lehrbuch der Experimentalphysik,* Bd. 2 (*Elektromagnetismus)*, De Gruyter (1998).
Pohls, *Einführung in die Physik. Elektrizitätslehre und Optik* (2006).
H.D. Young, R. A. Freedman, *University Physics*, Addison-Wesley (2000).

Sonstige Informationen:

3.1.2. Praktikumsmodule

Neben den Vorlesungsmodulen werden in der Einführungsphase auch Praktikumsmodule angeboten, von denen jede/r Studierende eines erfolgreich absolvieren muss. Die angebotenen Praktikumsmodule sind:

Wahlpflichtmodule Praktikum	**Fach**	**ECTS**	**SWS**	**WS/SS**
Praktikum – Mikrobiologie[2]	Biologie	4	3P + 1Ü	WS
Praktikum – Genetik[3]	Biologie	4	4P	SS
Praktika Allgemeine und Anorganische Chemie[4]	Chemie	7	12P	WS
Programmierpraktikum 1[5]	Informatik	10	2Ü + 2PÜ + 2T	SS
Physikalisches Grundpraktikum 1	Physik	5	6P	WS/SS

Es wird gewährleistet, dass jede/r Studierende des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften an mindestens einem Praktikumsmodul teilnehmen kann, in einzelnen Praktika kann die Teilnehmerzahl jedoch begrenzt sein. Darüber hinaus ist sichergestellt, dass jede/r Studierende die Praktika belegen kann, die für die Erfüllung des Anforderungskatalogs im gewählten fachlichen Schwerpunkt erforderlich sind.

Der Gewichtungsfaktor für die Endnote beträgt für alle Praktika im Grundlagenbereich Null, d. h. sofern eine Note vergeben wird, fließt sie nicht in die Berechnung der Endnote ein.

[2] Praktikum kann nur in Verbindung mit dem Modul *Mikrobiologie-Vorlesung* gewählt werden.
[3] Praktikum kann nur in Verbindung mit dem Modul *Genetik-Vorlesung* gewählt werden.
[4] Praktikum kann nur in Verbindung mit dem Vorlesungsmodul *Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie* gewählt werden und findet im Anschluss an die Vorlesungszeit des Wintersemesters statt.
[5] Praktikum kann nur in Verbindung mit dem Modul *Programmierung* gewählt werden.

	Mikrobiologie – Praktikum			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Feldbrügge				
Dozierende: Prof. Dr. M. Feldbrügge, Prof. Dr. H. Hegemann, Prof. Dr. K.-E. Jaeger, apl. Prof. Dr. U. Fleig, Prof. Dr. I. Axmann, Prof. Dr. J. Frunzke				
Arbeitsaufwand 120 h	**Leistungspunkte** 4 LP	**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 60 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 3 SWS Übung: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** P: 15 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden können grundlegende Techniken zur Kultivierung und Phänotyptestung von Mikroorganismen in Experimenten anwenden.				
Inhalte Morphologie und Physiologie von Prokaryoten: Mikroskopische Beobachtung von Bakterien durch Gramfärbung, Sporenfärbung und Kapselfärbung, Identifizierung von Bakterien durch Nachweis von Stoffwechselleistungen, z. B. Zuckerverwertung, Urease, Indolbildung, Miniaturisierung der „Bunten Reihe“. Wachstum und Vermehrung; Wachstumskurve einer Hefekultur, Zählkammer; Optische Dichte, Trübungsmessung; Lebendzellzahl durch Ausplattieren. Konjugation bei Prokaryoten, Horizontaler Gentransfer, konjugative Plasmide, Typ-IV-Sekretionssystem, Hfr-Stämme, Erstellen einer Genkarte des E. coli Chromosoms, Morphologie und Physiologie von Pilzen: Bedeutung als Nahrungsmittel, Biotechnologie und Medikamente, Modellsysteme, Wachstumsformen, Hefe, filamentöse Pilze, allgemeiner Lebenszyklus, Phylogenie, Zygomyceten, Glomeromyzeten, Ascomyceten, Basidiomyzeten, Zygosporangien, Perithetien, asexuelle Fruchtkörper, Konidien, Scus, Pheromonantwort, Lebenszyklus von S. cerevisiae und U. maydis, Paarungspheromone, Paarungstest, Filamentbildung, Konjugationshyphen; Isolierung und Charakterisierung von Nukleinsäuren aus Bakterien, Erstellung von Plasmidkarten: Restriktionsenzyme, Agarosegelelektrophorese. Maltase in Hefe, zellfreier Extrakt, spezifische Maltase-Aktivität, Hilfssubstrat, Extinktionsmessung, Proteinbestimmung mit Mikrobiuret-Methode, Regulation der Genexpression: Induktion, Katabolitrepression, Hefepromotor, Transkriptionsfaktoren, RNA- Polymerase II.				
Teilnahmevoraussetzungen: Vorlesung *Mikrobiologie* (formell)				
Prüfungsformen:				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Akzeptiertes schriftliches Protokoll zum Praktikum				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
Sonstige Informationen: Dieses Modul umfasst nur das Praktikum des Moduls *Mikrobiologie* aus dem Bachelorstudiengang Biologie.				

Genetik – Praktikum

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. Klein

Dozierende: Prof. Dr. M. von Korff-Schmising, Prof. Dr. B. Stich und Mitarbeitende

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
120 h	4 LP	60 h	60 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Praktikum: 4 SWS	Sommersemester	P: 24

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können

- grundlegende Methoden der DNA-Diagnostik, Klonierung und Genanalyse erläutern,
- die angebrachten experimentellen Techniken wie DNA-Isolierung, PCR-Amplifikation, Klonierung und Sequenzanalyse eigenständig durchführen, die Ergebnisse dokumentieren und interpretieren.

Inhalte

- Grundlegende Techniken der Molekularbiologie:
  - Die Studierenden lernen in fortlaufenden Experimenten, Human-DNA zu gewinnen, VNTR-Marker über PCR-basierte Methoden zu analysieren und in Populationen zu charakterisieren. Sie führen ein Klonierungsexperiment mit humaner DNA durch und charakterisieren rekombinante Plasmide.
- Evolutions- und Populationsgenetik:
  - Bioinformatik: Auswertung eines Nukleotid-Sequenzalignments und Ableitung eines Stammbaumes; Hardy-Weinberg-Modell und genetische Polymporphismen beim Menschen; Populationsgenetik des AB0-Systems: AB0-Blutgruppenbestimmung durch Speicheluntersuchung.
- Klassische Genetik und Entwicklungsgenetik:
  - Als genetisches Modellsystem dient *Drosophila melanogaster*. Die Inhalte umfassen folgende Themengebiete: Mitose/Meiose/Aufbau von Chromosomen, Gesetzmäßigkeiten der Vererbung (Mendelsche Regeln inkl. Ausnahmen), Methoden der Genkartierung (meiotische Rekombination, Kartierung mittels Defizienzen), genetische Grundlagen der Segmentierung, klonale Analyse, RNA-Interferenz.

Teilnahmevoraussetzungen: Vorlesung *Genetik* (formell)

Prüfungsformen: Bewertung von Praktikumsprotokollen/Arbeitsblättern oder Multiple-Choice-Tests zu Praktikumsinhalten.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung
(2) Regelmäßige Teilnahme am Praktikum

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

Sonstige Informationen: Dieses Modul umfasst nur das Praktikum des Moduls *Genetik* aus dem Bachelorstudiengang Biologie.

	Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Janiak				
Dozierende: Die Dozierenden des Instituts für Anorganische Chemie und Strukturchemie				
Arbeitsaufwand 210 h	**Leistungspunkte** 7 LP	**Kontaktzeit** 180 h	**Selbststudium** 30 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 12 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- Vorschriften für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen benennen und sicher mit Laborausrüstung und Chemikalien umgehen;
- grundlegende Laboroperationen mit wässrigen Lösungen durchführen;
- analytische Verfahren wie Titrimetrie, Photometrie und Gravimetrie anwenden und bewerten.

Inhalte

Einführende Versuche:

- Gerätehandhabung;
- Trennoperationen;
- Volumenmessung und Konzentration;
- Entsorgung.

Praktikumsaufgaben:

- Analytische Bestimmungen mit titrimetrischen, gravimetrischen, potentiometrischen und photometrischen Methoden;
- Herstellung von einfachen anorganischen Präparaten.

Teilnahmevoraussetzungen: Bestandene Klausur zum Modul *Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie.*

Prüfungsformen:

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgaben
(2) Anfertigen von Protokollen

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Riedel, Janiak, *Anorganische Chemie*, De Gruyter.
Jander, Blasius, *Lehrbuch der analytischen und präparativen Anorganischen Chemie*, Hirzel.
Praktikumsskript.

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Programmierpraktikum 1			
Modulverantwortliche/r: Dr. J. Bendisposto				
Dozierende: Dr. J. Bendisposto				
Arbeitsaufwand 300 h	**Leistungspunkte** 10 LP	**Kontaktzeit** 76 h	**Selbststudium** 234 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Übung: 20 h Praktische Übung: 28 h Tutorium: 28 h		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende sollen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- selbständig Problemstellungen analysieren können,
- aus Problemstellungen ein System zur Lösung modellieren und entwickeln können,
- eine Lösung hinsichtlich der Wartbarkeit analysieren und verbessern können,
- mit den gängigen Werkzeugen (z. B. IDE) umgehen können.

Inhalte

- Qualitätsziele nach ISO 25010;
- Prinzipien der Software Entwicklung (Information Hiding, SOLID, Low Coupling, High Cohesion);
- Prinzipien der objektorientierten Programmierung;
- Softwaretests und testgetriebene Entwicklung;
- Werkzeuge in der Softwareentwicklung (Entwicklungsumgebungen, Buildwerkzeuge, statische Analyse, Versionsverwaltung);
- Fehlersuche und Debugging;
- Fortgeschrittene Programmierung in Java.

Teilnahmevoraussetzungen: *Programmierung* (formell)

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den praktischen Übungen

(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Eigenes Skript.

Sonstige Informationen:

Physikalisches Grundpraktikum 1

Modulverantwortliche/r: PD Dr. G. Lehmann

Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
150 h	5 LP	90 h	60 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Praktikum: 6 SWS	Sommer- und Wintersemester	15–20

Lernergebnisse/Kompetenzen

- Grundlegende experimentelle Techniken und Fertigkeiten, Konzepte des Experimentierens in der Physik;
- Verknüpfung der Fachkenntnisse aus den Gebieten 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 deren Erklärung.

Inhalte

- Funktionsweise physikalischer Instrumente:
  - Digitalmultimeter,
  - Speicheroszilloskop,
  - Sensoren,
  - Operationsverstärker,
  - Spektrometer,
  - Laser,
  - Schrittmotor u.a.
- Methoden physikalischen Experimentierens:
  - Computer zur Datenerfassung,
  - Speicherung,
  - Auswertung und graphische Darstellung von Resultaten,
  - Optische Signalverarbeitung,
  - Digital-Analog-Wandler,
  - Computersteuerung von Experimenten.

Teilnahmevoraussetzungen: *Physik für Naturwissenschaften* (inhaltlich)

Prüfungsformen: An- und Abtestate zu den Versuchen; Bewertung der Versuchsdurchführung

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Erfolgreiche Absolvierung der An- und Abtestate zu den Praktikumsversuchen

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Versuchsanleitungen
F. Kohlrausch., G. Lautz, *Praktische Physik*, Bd. 1-3, Teubner (1996).

Sonstige Informationen:

3.2. Mathematisch - Naturwissenschaftliche Vertiefung

Der Bereich (2) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung* beinhaltet Veranstaltungen, die von allen Studierenden des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften verpflichtend belegt werden müssen. Dies sind:

Modul	Fach	ECTS	SWS	WS/SS
Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten	übergreifend	4	2V + 1Ü	WS
Naturwissenschaftliches Projektpraktikum	übergreifend	8	8P	WS/SS
Abschlussseminar	übergreifend	3	2S	WS/SS

Im Modul *Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten*, das im 3. Semester angesetzt ist, soll anhand von Beispielen erläutert werden, wie in den Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der jeweiligen Fachspezifika neue Erkenntnisse gewonnen werden. Zudem sollen grundlegende Techniken zur Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse besprochen und geübt werden. Wesentliche Inhalte dieses Moduls sind auch die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und eine Einführung in die ethischen Grundlagen wissenschaftlicher Forschung.

Das *Naturwissenschaftliche Projektpraktikum*, das typischerweise im 4. oder 5. Semester belegt wird, soll die Studierenden an interdisziplinäres Arbeiten heranführen, indem ein fachübergreifendes (Mini-) Forschungsprojekt in einem Team von 4-6 Studierenden bearbeitet wird. Dieses Projektpraktikum soll Aspekte aus mindestens zwei der beteiligten Fächer verbinden (Themenbeispiel: Untersuchung der Fotosynthese hinsichtlich der Energieausbeute und der zugrundeliegenden chemischen Prozesse). Den Studierenden wird weitestgehend Freiheit bei der Ausarbeitung der Forschungsfrage und der Durchführung des Forschungsprojekts gegeben, wobei jeder Praktikumsgruppe Betreuer zugeordnet werden, die wissenschaftliche Hilfestellungen geben können. Das Projektpraktikum ist an keinen festen Termin gebunden und wird typischerweise in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt. Die Ergebnisse werden einmal jährlich im Rahmen einer Posterpräsentation von den Studierenden vorgestellt. Idealerweise setzen sich die Teams aus Studierenden mit unterschiedlichen Schwerpunkten zusammen. Die Organisation des Naturwissenschaftlichen Projektpraktikums übernimmt die/der Studiengangskoordinator/in.

Im *Abschlussseminar* müssen alle Studierenden die Ergebnisse Ihrer Bachelorarbeiten vorstellen. Im Vordergrund steht dabei, dass die Studierenden ihre jeweiligen fachspezifischen Ergebnisse vor einem breiteren Publikum (den Mitstudierenden) präsentieren, das zwar über eine naturwissenschaftliche Grundbildung, aber nicht notwendigerweise über umfangreiches Spezialwissen auf dem Gebiet der Bachelorarbeit verfügt. Dadurch sollen die Studierenden lernen, komplexe wissenschaftliche Sachverhalte in verständlicher Weise darzustellen. Diese Kompetenz, komplexe wissenschaftliche Zusammenhänge so darzustellen, dass sie auch für Nicht-Spezialisten verständlich sind, wird für Absolventen des Bachelorstudiengangs Interdisziplinäre Naturwissenschaften bei einer späteren Beschäftigung in einem interdisziplinären Forschungsbereich sehr wichtig sein.

Einführung in Naturwissenschaftliches Arbeiten

Modulverantwortliche/r: Dr. S. Wilhelm

Dozierende: Dr. S. Wilhelm, Dr. D. Apoussidou

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
120 h	4 LP	45 h	75 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung/Seminar: 2 SWS Übung: 1 SWS	Wintersemester	V: 40–100 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens benennen. Sie können eigenständig vorgegebene Themen recherchieren. Studierende können den Aufbau wissenschaftlicher Arbeiten wiedergeben und auf eigene Projekte anwenden. Sie kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und können ethische Prinzipien nennen.

Inhalte

- Wie arbeiten (Natur-)Wissenschaftler? Was sind wissenschaftliche Hypothesen? Wie kommt man dazu? Wie laufen naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse ab?
- Welche Arten von Informationsquellen gibt es und welche kann ich für wissenschaftliches Arbeiten nutzen?
- Wie baut man wissenschaftliche, schriftliche Arbeiten auf? Wie ist ein gutes Protokoll aufgebaut? Was sollte ich beachten, wenn ich Ergebnisse protokolliere? Wie kann ich Daten auswerten und darstellen? Was zeichnet eine gute Abbildung aus?
- Wie kommunizieren Wissenschaftler ihre Ergebnisse?
- Was ist der Unterschied in Aufbau und Struktur von Poster- und mündlichen Präsentationen?
- Wie konzipiere ich eine Präsentation und stelle meine Ergebnisse dar? Wie ist ein guter Vortrag aufgebaut? Einübung von Vorträgen/Präsentationen anhand von geeigneten Themen.
- Wie sind die Regeln guten wissenschaftlichen Arbeitens?
- Welche gesellschaftliche Verantwortung trägt ein Naturwissenschaftler und auf welchen ethischen Grundlagen sollte Wissenschaft beruhen?
- Welches wissenschaftliche Handwerkszeug benötige ich zur Be-/Verarbeitung meiner Daten und Ergebnisse?

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: schriftliche Arbeit / Portfolio

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Erfolgreiche Teilnahme an Seminar und Übungen
(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 4

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: H. Balzert et al, *Wissenschaftliches Arbeiten* (2015).

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Naturwissenschaftliches Projektpraktikum			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Dr. S. Wilhelm und Dozierende der MNF (fachübergreifend)				
Arbeitsaufwand 240 h	**Leistungspunkte** 8 LP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 120 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 8 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester/Sommersemester vorwiegend in vorlesungsfreier Zeit		**Gruppengröße** 3–5
Lernergebnisse/Kompetenzen Studierende können eigenständig kleine interdisziplinäre wissenschaftliche Projekte angeleitet planen und durchführen. Studierende können im Team arbeiten. Studierende sind in der Lage fachübergreifend zu argumentieren.				
Inhalte Die Inhalte sollen fachübergreifend sein und mindestens zwei der fünf beteiligten Fächer verbinden. Die Themen für die Projektpraktika werden von den Studierenden vorgeschlagen und nach Absprache mit geeigneten Betreuenden gewählt. Die Studierenden sollen dabei selbständig drei Themenvorschläge entwickeln, die dann von den beteiligten Dozenten analysiert werden, schließlich wird ein Projektvorschlag pro Gruppe ausgewählt. Sofern nötig, könnten Dozierende auch mögliche Themen vorzuschlagen, die dann von den Studierenden auf der Basis ihrer eigenen Interessen ergänzt werden können.				
Teilnahmevoraussetzungen: Je 1 Vorlesungsmodul in Biologie, Chemie, Informatik und Physik und 1 Praktikumsmodul aus dem Bereich *(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen.*				
Prüfungsformen: Mündliche Gruppenprüfung, Präsentation des Projekts				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 8				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Spezialliteratur zum gewählten Thema.				
Sonstige Informationen:				

	Abschlussseminar			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Dozierende der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät				
Arbeitsaufwand 90 h	**Leistungspunkte** 3 LP	**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester/Sommersemester		**Gruppengröße** 40
Lernergebnisse/Kompetenzen Studierende können wissenschaftliche Ergebnisse eigenständig und zielgruppengerecht für ein allgemein naturwissenschaftlich gebildetes Publikum präsentieren. Sie können ihr Thema wissenschaftlich diskutieren. Studierende können Fachliteratur eigenständig recherchieren.				
Inhalte • Vorbereitung eines wissenschaftlichen Vortrags über ein im Rahmen der Bachelorarbeit selbst bearbeitetes Thema; • Abhalten eines längeren Vortrages (Dauer: 30 Minuten) vor einem gemischten Auditorium; • Wissenschaftliche Diskussionsteilnahme als Vortragende(r) und als Zuhörer(in); • Seminarvorträge der Absolvent(inn)en in Interdisziplinäre Naturwissenschaften über das Thema der jeweiligen Bachelorarbeit.				
Teilnahmevoraussetzungen: *Einführung in Naturwissenschaftliches Arbeiten*, Bachelorarbeit weitgehend fertiggestellt (formell)				
Prüfungsformen: Benoteter mündlicher Seminarvortrag (20 Minuten zzgl. 5 Minuten Diskussion).				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Präsentation des Projektes der Bachelorarbeit im Rahmen eines Seminarvortrags				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur:				
Sonstige Informationen:				

3.3. Fachlicher Schwerpunkt

Die Wahl des fachlichen Schwerpunkts soll spätestens zu Beginn des dritten Semesters erfolgen. Die regelmäßige Beratung der Studierenden durch den/die Studiengangskoordinator/in soll sicherstellen, dass Studierende, die schon vorher besonderes Interesse für einen Schwerpunkt entwickeln, bereits bei der Auswahl der Module im ersten Studienjahr die Anforderungen im voraussichtlichen Schwerpunkt berücksichtigen. Für jeden der fünf möglichen Schwerpunkte ist ein Anforderungskatalog (s.u.) definiert, der erfüllt werden muss, um den Abschluss in dem jeweiligen Schwerpunkt zu erwerben. Dieser Anforderungskatalog setzt sich zusammen aus Modulen der Bereiche (1) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* und (2) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung*, die verpflichtend belegt werden müssen, um den Abschluss mit dem jeweiligen fachlichen Schwerpunkt zu erwerben, und spezifischen Modulen, die den eigentlichen Bereich (3) *Fachlicher Schwerpunkt* bilden. Es ist anzumerken, dass Module aus dem Bereich (1) *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* auch nach dem ersten Studienjahr belegt werden können, um die Anforderungen eines Schwerpunkts zu erfüllen. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn sich die Interessenlage einer/eines Studierenden aufgrund der Erfahrungen in der Einführungsphase des Studiengangs von einem Schwerpunkt zu einem anderen verlagert oder ein/e Studierende/r sich dafür entscheidet, einen Abschluss mit zwei Schwerpunkten anzustreben.

Bestandteil des gewählten fachlichen Schwerpunkts ist die Bachelorarbeit, die im Schwerpunktfach durchgeführt wird. Die Aufnahme der Bachelorarbeit ist an fachspezifische Voraussetzungen geknüpft, die in den Modulbeschreibungen aufgeführt sind.

3.3.1. Fachlicher Schwerpunkt Biologie

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen und Vertiefung			
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1	7	4V + 3Ü	WS
Physik für Naturwissenschaften	8	4V + 2Ü	WS
Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten	4	2V + 1Ü	WS
Naturwissenschaftliches Projektpraktikum	8	8P	WS/SS
Abschlussseminar	3	2S	WS/SS
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie	8	4V + 2Ü	WS
Prinzipien der Organischen Chemie	8	4V + 2Ü	SS
Mikrobiologie	5	3V	WS
Praktikum – Mikrobiologie	4	3P + 1Ü	WS
Genetik	4	2V + 1Ü	SS
Praktikum – Genetik	4	4P	SS
Zwischensumme	**63**		
Fachlicher Schwerpunkt Biologie			
Zell- und Molekularbiologie	8	4V + 2Ü	WS
Biochemie	5	3V + 1Ü	WS
Tierphysiologie	8	3V + 1Ü + 2P	WS
Biophysik	5	3V + 1Ü	WS
Ökologie und Evolution	6	3V + 1Ü + 1P	SS
Entwicklungsbiologie	6	2V + 1Ü + 2P	SS
Pflanzenphysiologie	8	2V + 1Ü + 3P	SS
Wahlpflicht Biologie	10 (11)		WS/SS
Vertiefungsmodule 1 und 2	18	2V + 6P 1V + 6P+ 1S	WS/SS
Bachelorarbeit	12		WS/SS
Zwischensumme	**86 (87)**		
Summe Leistungspunkte	**149 (150)**		

In *Wahlpflicht Biologie* kann dabei aus folgenden Modulen gewählt werden:

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Botanik	11	4V + 4P + 1Ü	WS
Zoologie	10	4V + 4P	SS

Die *Vertiefungsmodule* werden aus den im Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Biologie entsprechend gekennzeichneten Modulen gewählt.

Zell und Molekularbiologie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Pauly

Dozierende: Prof. Dr. M. Pauly, Prof. Dr. M. Zurbriggen

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	90 h	150 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS	Wintersemester	V: 420

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Teilnehmenden besitzen Grundkenntnisse über die fundamentalen Prinzipien der Biologie.
Sie erlangen Kenntnisse im Aufbau von biologischen Makromolekülen, der Struktur von pro- und eukaryotischen Zellen insbesondere der Funktion der verschiedenen Organellen, dem zentralen Dogma (DNA-Replikation, Transkription, Translation), der Energieumwandlung in Zellen, sowie Mutation, DNA-Reparatur, Zellzyklus, Mitose und Meiose, Zellkommunikation und Signalling sowie theoretische Grundkenntnisse verschiedener molekularer Methoden inklusive der Auswertung molekularer Daten.
Nach Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage

- die Charakteristika von verschiedenen Klassen biologischer Makromoleküle 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 Arbeitsweise von Energiesystemen, Stoffwechselsystemen und Enzymen zu beschreiben.
- zu verstehen, wie DNA-Mutationen Zellsignale und Zellzyklen beeinflussen, und daher Krankheiten wie Krebs hervorrufen können
- ausgewählte zell- und molekularbiologische Methoden zu erläutern, rechnerisch anzuwenden und ihre Anwendungsgebiete zu benennen.

Inhalte

Vorlesung:
Chemische Grundlagen, biologische Makromoleküle, DNA-/Gen-/Genomstruktur, Zentrales Dogma (Expression/Translation), Zellaufbau (Pro/Eukaryoten, Pflanze/Tier), Zellmembran, Energie (Thermodynamik, Enzyme, Intro. Photosynthese/ Respiration/ Gärung), DNA- Replikation/ PCR, Mutationen, DNA-Reparatur, Rekombination, Phagen/Viren, Genregulation (Expression, Translation, Posttranslation), CRISPR-CAS, Epigenetik, Mitose, Zellzyklus, Stammzellen, Meiose, Signal Transduktion/ Zellkommunikation, Immunologie, Apoptose, Onkogenese, Methoden (Seq/Rek. DNA Technologie).
Alle Vorlesungen werden aufgezeichnet und auf ILIAS für 1 Jahr zur Verfügung gestellt.

Übungen:
Die Studierenden vertiefen anhand von Diskussionen von Klausurbeispiel-Fragen den Stoff der Vorlesung.
Hausaufgaben: nach jeder Übungseinheit kann jeder Studierende zu Hause per ILIAS bis zur nächsten Übungseinheit eine digitale Test-Abfrage durchführen. Durch die richtige Beantwortung können die Studierenden Punkte sammeln, welche bis zu 5% der Klausurpunkte als Pluspunkte angerechnet werden.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur über die Inhalte der Vorlesung, welche durch die Diskussion in der Übung und den Hausaufgaben vertieft wurden.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 8

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

Sonstige Informationen:

	Biochemie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Weber				
Dozierende: Prof. Dr. A. Weber, apl. Prof. Dr. N. Linka, PD Dr. M. Eisenhut				
Arbeitsaufwand 150 h	**Leistungspunkte** 5 LP	**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 90 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 3 SWS Übung: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** V: 450

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach Abschluss des Moduls wesentliche Strukturen und Prozesse des zellulären Stoff- und Energiewechsels (siehe Inhalte) wiedergeben. Sie können biologisch wichtige Molekülklassen beschreiben und die Art und Weise ihrer Interaktionen erläutern. Sie können ausgewählte Reaktionsketten des Stoff- und Energiewechsels quantitativ analysieren.

Inhalte

Vorlesung:

Struktur und Katalyse; Bioenergetik und Stoffwechsel; Teile I und II des Lehrbuchs Nelson Cox: „Lehninger Biochemie“ 4.Auflage, Springer Verlag, 2010.

Wasser, Puffer, pH, Aminosäuren, Proteinstruktur, Proteinreinigung, Protein-Liganden Wechselwirkung, Enzymatische Katalyse, Enzymkinetik, Kohlenhydrate, Lipide, Biologische Membranen und Transport, Bioenergetik und chemische Reaktionstypen, Glukose-Metabolismus, Pentosephosphat-Weg, Glykogen-Metabolismus, Stoffwechselregulation, Citrat-Zyklus und Glyoxylat-Zyklus, Elektronentransport und oxidative Phosphorylierung, Photosynthese, Fettsäureaufbau und –abbau.

Übungen:

In den Übungen werden die theoretischen Grundlagen vertieft. Dazu bearbeiten die Studierenden wöchentlich einen Online-Test über ILIAS. In der Übungsstunde werden die Übungsaufgaben sowie die Inhalte der jeweiligen Vorlesung besprochen.

Teilnahmevoraussetzungen: Kenntnisse der allgemeinen Biologie, der Anorganischen und Organischen Chemie sowie der Mathematik, Biochemie und Physik (inhaltlich)

Prüfungsformen: Klausur. Die Studierenden können über die elektronischen Übungen Bonuspunkte für die Klausur erhalten, die bei der Benotung angerechnet werden.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Nelson, Cox, *Lehninger Biochemie*, 4. Aufl., Springer Verlag (2009).
Vorlesungsskripte und die Übungsaufgaben werden über das ILIAS-Portal zur Verfügung gestellt.

Sonstige Informationen:

Tierphysiologie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. E. Lammert

Dozierende: Prof. Dr. E. Lammert, Prof. Dr. C. R. Rose und Mitarbeitende

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	90 h	150 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 3 SWS Praktikum: 2 SWS Übung: 1 SWS	Wintersemester	V: 420

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte und Mechanismen der Organfunktionen des Vertebratenkörpers auf zellulärer sowie Organebene beschreiben und vergleichend gegenüberstellen. Sie können diese grundlegenden Konzepte auf andere Systeme übertragen und im Hinblick auf gemeinsame Prinzipien sowie wesentliche Unterschiede beurteilen. Die Studierenden können unter Anleitung grundlegende Experimente zur Organphysiologie durchführen und die erhaltenen Ergebnisse auswerten und bewerten.

Inhalte

Vorlesung *Neurobiologie und Stoffwechselphysiologie*:

Darstellung der Organfunktion mit Schwerpunkt Mammalia in den Bereichen der vegetativen Physiologie (u.a. Niere, Pankreas, Magen-Darm-Trakt, Lunge, Herzkreislaufsystem) und der Neurophysiologie (Nervensystem, Muskelfunktion, Herzfunktion).

Übung *Neurobiologie und Stoffwechselphysiologie*:

Übungen zur Anwendung der Nernst-Gleichung, begleitende Übungen zum Inhalt der Vorlesung und des Praktikums; Übungen zur Anwendung des Wissens über die Physiologie der Organe.

Praktikum *Neurobiologie*:

Versuche zur Somatosensorik: Temperatursinn, Geschmacksperzeption, Mechanorezeptoren der Haut. Computersimulationen: passive Membraneigenschaften, Ruhemembranpotential, spannungsabhängige Ionenkanäle, Aktionspotential. Bioelektrische Kontrolle der Cilienbewegung (Paramecium): Kontrolle der Schlagrichtung. Calcium-Abhängigkeit.

Praktikum *Stoffwechselphysiologie*:

Versuche zur Atmung: Messung des Sauerstoffverbrauches eines Tieres, Anwendung der allgemeinen Gasgleichung und des Massenwirkungsgesetztes sowie Bestimmung der Mittelwerte und Standardabweichungen. Versuche zur Ernährung und Verdauung: Bestimmung des pH-Optimums von Pepsin und Trypsin, quantitative Bestimmung der Wirkung von Kalzium und Gallensäure auf die Aktivität der Pankreas-Lipase. Versuch zum Energiestoffwechsel: Nachweis der Bildung von Reduktionsäquivalenten durch Mitochondrien.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Übung und am Praktikum
(3) Vorlage von Praktikumsprotokollen, die den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entsprechen

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 8

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

Sonstige Informationen: Anmeldung für das Praktikum erfolgt über LSF.

	Biophysik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. D. Willbold				
Dozierende: PD Dr. B. König, Dr. L. Nagel-Steger, Dr. P. Neudecker, Dr. W. Hoyer				
Arbeitsaufwand 150 h	**Leistungspunkte** 5 LP	**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 90 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 3 SWS Übung: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** V: 420
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, Analysemethoden und Instrumente auszuwählen, um analytische Fragestellungen in der Biochemie, Molekularbiologie und Strukturbiologie effektiv und kritisch zu bearbeiten. Sie können die der jeweiligen Messmethode zugrunde liegenden physikalischen Gesetze nennen, beobachtete Phänomene beschreiben und physikalische Zusammenhänge erläutern. Die Studierenden können alternative Messmethoden miteinander vergleichen, die methodischen Grenzen angeben und die Auswahl einer geeigneten Messmethode begründen. Sie sind in der Lage, experimentelle Daten auszuwerten und die weiterführende Fachliteratur kritisch zu erschließen.				
Inhalte Physikalische Grundlagen der instrumentellen Bioanalytik und deren Anwendung, behandelt werden folgende Methoden: Kalorimetrie, Oberflächenplasmonenresonanz, Optische Spektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, Cirkulardichroismus, Röntgenkristallographie, NMR Spektroskopie, Elektrophorese, Massenspektrometrie, Ultrazentrifugation.				
Teilnahmevoraussetzungen: keine				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen der Modulprüfung (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Lottspeich, Engels, Simeon, *Bioanalytik*, 2. Aufl., Spektrum (2006). Serdyuk, Zaccai, Zaccai, *Methods in Molecular Biophysics*, Cambridge (2007). Gey, *Instrumentelle Analytik und Bioanalytik*, 2. Aufl., Springer (2008).				
Sonstige Informationen:				

	Ökologie und Evolution			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. L. Rose				
Dozierende: Prof. Dr. L. Rose, Prof. Dr. M. Beye, Prof. Dr. W. Martin				
Arbeitsaufwand 180 h	**Leistungspunkte** 6 LP	**Kontaktzeit** 75 h	**Selbststudium** 105 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 3 SWS Übung: 1 SWS Praktikum: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 350

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können

- grundlegende Begriffe und Konzepte der Evolutionsbiologie und der Ökologie mit Fallbeispielen wiedergeben;
- in Formeln und Diagrammen dargestellte Sachverhalte interpretieren und in einer fachwissenschaftlichen Terminologie erläutern;
- die erlernten Sachverhalte auf andere Sachverhalte übertragen. Sie können für einen formulierten Zusammenhang eine Graphik erstellen und umgekehrt aus einer Graphik den dargestellten Inhalt in Sprachform darstellen und erklären;
- Phänomene aus Tier- und Pflanzenökologie erläutern, den Anpassungswert diskutieren, Hypothesen zur Verursachung formulieren und Vorschläge für eine experimentelle Überprüfung erstellen.

Inhalte

Vorlesung *Ökologie*: Grundlagen der Ökologie
Eigenschaften von Organismen: Variabilität, Polymorphismus, Polyphänismus
Abiotische und biotische Umweltfaktoren: primäre und sekundäre abiotische Umweltfaktoren, Optimumskurven, Thermoregulation Populationen: exponentielles und logistische Populationswachstum, Räuber-Beute-Systeme Organismische Interaktionen: Symbiose, Parasitismus, Mutualismus, Coevolution, adaptive Radiation, Mimikry, Mimese, Tarnung, Leben in Gruppen, Eusozialität; Ernährung: Trophieebenen, Stoffkreisläufe, Konkurrenz: Formen der Konkurrenz
Kommunikation: angeborenes und erlerntes Wissen
Reproduktion: Fortpflanzung und Vermehrung, natürlich und sexuelle Selektion, Partnerwahl
Ökologische Nische: Habitatwahl, Stellenäquivalenz, Kontrastbetonung
Tier- und Pflanzengeographie: Lebensgemeinschaften, Ökosysteme, zeitliche Skalen (Trends, Störungen, Rhythmen, Eiszeiten, El Nino, Jahresperiodizität, Lunarperiodizität, Tagesperiodizität, circadianer Rhythmus) räumliche Skalen (Territorien, Areale, Fundort, Standort, Habitat, Biotop, Ökosystem), Kontinentaldrift, Neo- und Reliktendemismus, Neophyten, Neozoen
Angewandte Ökologie

Vorlesung *Evolution*: Grundlagen der Evolutionsbiologie
Geschichte, Indizien Theorie; Selektion und Anpassung: Voraussetzungen, genetische Variation, Mutation, Fitness; theoretische und genetische Grundlagen: HWG, Selektions-Modell, Beispiel Melanismus; genetische Drift: theoretische Grundlagen, Computersimulation, empirische Daten, effektive Populationsgröße Ne; Entstehung komplexer Merkmale; Anpassung und natürliche Selektion: Bildung von Hypothesen, Experiment, vergleichende Methode; Einschränkung von Anpassungsvorgängen: genetische Mechanismen, „constraints"; Einheiten der Selektion: Gen, Organismus, verwandte/unverwandte Gruppen; evolutionärer Vorteil sexueller Reproduktion: Kosten, Muller-Fisher Hypothese, Muller's Ratchet, Red-Queen Hypothese; Evolution und biologische Vielfalt: Artkonzepte (vertikal, horizontal, biologisch, ökologisch, phänotypisch); Isolierungsschranken: präzygotisch, postzygotisch, geographische Variation, genetische Drift; Artentstehung: allopatrisch, sympatrisch, parapatrisch; Mechanismen der Isolierung: Dobzhansky-Muller Modell, ökologisches Konzept; Phylogenie: Kladistik, Konvergenz, abgeleitete

Merkmale, Außengruppe, Fossilien; Molekulare Stammbäume: Parsimony-, Distanz-Methoden; Horizontaler Gentransfer; Makroevolution: Endosymbiontentheorie. <u>Übung:</u> Die Übungen dienen zur Vertiefung und Anwendung der Inhalte aus der Vorlesung und werden als Übung im Hörsaal und in kleinen Gruppen durchgeführt. <u>Praktikum (in Kleingruppen):</u> Während des Praktikums erlernen die Studierenden Hypothesen aufzustellen und Experimente zu entwickeln, um evolutionäre und ökologische Fragestellungen zu testen. Die Studierenden generieren Daten, die sie mit gängigen statistischen Methoden auswerten. Sie erfahren, wie sie große Datensätze verarbeiten und die selbsterzeugten Ergebnisse interpretieren.
Teilnahmevoraussetzungen: keine
Prüfungsformen: Klausur
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen der Modulprüfung (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 6
Unterrichtssprache: Deutsch
Literatur:
Sonstige Informationen:

Entwicklungsbiologie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. R. Simon

Dozierende: Prof. Dr. R. Simon, Prof. Dr. T. Klein, PD Dr. Y Stahl, Dr. A. Bachmann und weitere Mitarbeitende der Genetik und Entwicklungsgenetik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
180 h	6 LP	75 h	105 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS	Sommersemester	V: 420
Übung: 1 SWS		Ü: 30
Praktikum: 2 SWS		P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können

- die Grundprinzipien der Entwicklung bei Pflanzen und Tieren erläutern;
- die Signale, die zur Musterbildung, Differenzierung und Morphogenese notwendig sind beschreiben;
- die Moleküle, die für Induktionsvorgänge, Zell-Zell-Kommunikation und Zelladhäsion zuständig sind aufzählen, wiedergeben, beschreiben.

Durch das Praktikum sind die Studierenden in der Lage, einfache Modellsysteme (Drosophila, Huhn, Maus, Arabidopsis) experimentell zu handhaben und können über das Ergebnis ihrer Arbeit mündlich wie schriftlich berichten.

Inhalte

Vorlesung:

Historie und Konzepte; Modellsysteme: Wirbeltiere, Wirbellose, Pflanzen; Bauplanfestlegung: Aufbau der Körperachsen, Ursprung u. Spezifizierung der Keimblätter; Musterbildung Vertebraten: Entstehung der Somiten u. Nervensystem; Gastrulation: Zelladhäsion, Zellform u. -Bewegung, Epibolie, Chorda dorsalis; Invertebraten: maternale u. zygotische Gene, Kompartimente u. Segmentpolaritätsgene, Selektor- u. homöotische Gene; Pflanzen: Embryonalentwicklung, Meristeme, Blütenbildung; Morphogenese: Furchung, Blastulabildung, Neuralrohrbildung, gerichtete Ausdehnung; Differenzierung: Plastizität, Vererbung von Genexpressionsmustern, Modellsysteme der Zelldifferenzierung (Muskelzellen, Blutzellen, Neuralleistenzellen, Zelltod); Organogenese: Extremitätenentwicklung, Imaginalscheiben, Komplexauge, Säugerniere; Neurogenese: Spezifizierung von Zellidentitäten, Axonwachstum, Neuronenauslese, Synapsenbildung; Keimzellentwicklung: Oogenese, Spermatogenese; Befruchtung; Geschlechtsbestimmung: Säuger, Drosophila, C. elegans; Regeneration; Evolution; Alterung.

Übung:

Die Inhalte der Vorlesung werden durch Tutorien vertieft

Praktikum:

Frühe Entwicklungsstadien von Invertebraten (Drosophila), Vertebraten (Huhn und Maus) und Pflanzen (Arabidopsis) werden sowohl an lebenden wie auch fixierten Objekten beobachtet, analysiert und präpariert.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung
(2) Regelmäßige Teilnahme an den praktischen Übungen
(3) Abgabe von Protokollen

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

Sonstige Informationen: Anmeldung für das Praktikum erfolgt über das LSF.

	Pflanzenphysiologie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. G. Groth				
Dozierende: Prof. Dr. G. Groth, Prof. Dr. P. Jahns, Prof. Dr. W. Martin, Prof. Dr. A. Weber				
Arbeitsaufwand 240 h	**Leistungspunkte** 8 LP	**Kontaktzeit** 90 h	**Selbststudium** 150 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS Praktikum: 3 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 350-450 Ü: 30 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die physiologischen und biochemischen Grundlagen der Funktion von Pflanzen (Grundlagen der Licht- und Dunkelreaktionen der Photosynthese, des Wasser- und Stofftransport sowie Grundlagen der pflanzlichen Entwicklungsbiologie und der Interaktion von Pflanzen mit der belebten und unbelebten Umwelt) im Detail wiedergeben. Die Studierenden sind in der Lage, die Umsetzung von CO2, Wasser und Mineralien in organische Konstituenten von Pflanzen darzustellen, bioorganische Verbindungen zu klassifizieren und die Struktur pflanzlicher Zellen, Gewebe und Organe mit deren Funktion zu verbinden.

Die Studierenden können unter Anleitung grundlegende Experimente der Pflanzenphysiologie durchführen, die erhaltenen Ergebnisse in einem Protokoll dokumentieren, auswerten und in einen Gesamtkontext einordnen.

Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Inhalte

Vorlesung:

Die Vorlesung behandelt den Stofftransport in Pflanzen, Licht- und Dunkelreaktionen der Photosynthese in C3- und C4-Pflanzen, die Grundzüge der Interaktion von Pflanzen mit der Umwelt sowie die Chemoregulation des pflanzlichen Organismus. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: Pflanzliche Zellen (Aufbau, Struktur, Charakteristika), Pflanzliche Zellwände (Struktur, Biogenese, Expansion), Wasserhaushalt in Pflanzen (Aufnahme, Abgabe, Transport), Transport von anorganischen Stoffen, Transport von organischen Molekülen, Photosynthese (Lichtreaktionen, Kohlenstoffassimilation in C3-, C4- und CAM-Pflanzen), Lichtwahrnehmung in Pflanzen, Photosensoren und Photomorphogenese (Phytochrome, Cryptochrome und Phototropine), Chemoregulation des pflanzlichen Organismus (Hormone und Hormonwirkungen), Stickstoff-, Schwefel, Phosphat-Assimilation, Sekundärmetabolite und Abwehrreaktionen sowie Stress und Stressresistenz.

Praktikum:

Das Praktikum vertieft die Inhalte der Vorlesung an Hand ausgewählter Versuche und befasst sich mit folgenden Themen: Statistische Grundlagen zur Messgenauigkeit, Pipettierfehler, Transpiration und Guttation, Cuticuläre und stomatäre Transpiration, Lage und Funktion von Hydathoden, Regulation des Spaltöffnungsapparats, Triebkraft der Wasserabscheidung, Grundbegriffe der Photometrie, Lambert-Beer'sches Gesetz, Bestimmung von Extinktionskoeffizienten, Abhängigkeit der Extinktion vom pH-Wert, Atmung, alkoholische Gärung, Temperaturabhängigkeit von enzymatischen und physiologischen Prozessen, Q10-Wert, Osmose, Bau des Osmometers, semipermeable Membran, Pfeffersche Zelle, Grundlagen der Enzymologie: Michaelis-Menten-Gleichung, Maximalgeschwindigkeit, Michaeliskonstante, Spezifität, spezifische Aktivität, optischer Test, Prinzip der Elektrophorese, Aufbau und Eigenschaften von Proteinen, Proteinfällung, Funktionelle Gruppen von Aminosäuren, Isoelektrischer Punkt, Prinzipien der Proteinbestimmung, Struktur und Funktion photosynthetischer Pigmente, Herstellen einer Pigmentlösung, Absorptionsspektrum der Photosynthesepigmente, Dünnschichtchromatographische Trennung von Pflanzenpigmenten, Bestimmung der Assimilationsintensität von Wasserpflanzen durch Titration des im Wasser gelösten Sauerstoffs nach Winkler, Bestimmung von Sauerstoff, apparente und totale Photosyntheserate, Hill Reaktion, photosynthetischer Elektronentransport und Photophosphorylierung, Hemmung des Elektronentransports.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen der Modulprüfung (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Halten eines Seminarvortrags
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 8
Unterrichtssprache: Deutsch
Literatur:
Sonstige Informationen: Anmeldung für das Praktikum erfolgt über das LSF.

	Botanik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. P. Bauer				
Dozierende: Prof. Dr. P. Bauer, Prof. Dr. J. Zeier, Dr. H-J. Mai, Dr. T. Brumbarova, PD Dr. R. Ivanov, Dr. S. Etges, PD Dr. N. Linka				
Arbeitsaufwand 330 h	**Leistungspunkte** 11 LP	**Kontaktzeit** 135 h	**Selbststudium** 195 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Praktikum: 4 SWS Übung: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** V: 420 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte zu Struktur und Funktionsweise von pflanzlichen Zellen, Geweben, Organen sowie dem Gesamtaufbau einer Pflanze und können dazu eigene Zeichnungen anfertigen und erläutern (mit Schwerpunkt auf höheren Pflanzen). Sie haben dabei einen Überblick über einige ausgewählte Lebensweisen, ökologische Anpassungen und physiologische Prozesse von Pflanzen und können deren Prinzipien beschreiben. Die Studierenden kennen Methoden der Systematik und können photosynthetisch aktive Organismen von Cyanobakterien, Protisten bis Landpflanzen in Stammbäumen grob einordnen. Sie verstehen die Evolution der Landpflanzen im Hintergrund der Erdgeschichte und können typische Merkmale verschiedener evolutiver Stufen aufzählen und erläutern. Die Studierenden kennen Beispiele für Domestikation und Anwendung der Pflanzenforschung bei der Züchtung von Nutzpflanzen. Die Studierenden bedienen ein Lichtmikroskop fachgerecht und präparieren sachgemäß pflanzliches Material. Sie beobachten und dokumentieren anatomische und morphologische Strukturen.

Inhalte

Vorlesung:

Teil 1: Einführung in die Mikroskopie, allgemeiner Aufbau von Pflanzenzellen, grundlegende Biochemie und Funktion der Zellkompartimente (mit Schwerpunkt Zellwand, Plastiden und Vakuole); Merkmale und Funktionen der Gewebe der höheren Pflanzen (Meristem, Abschlussgewebe, Grundgewebe, Leitgewebe); Anatomie und Morphologie der Organe der höheren Pflanzen mit Beispielen grundlegender pflanzenphysiologischer Prozesse (Sprossachse mit Nährstoff-/Wasserleitung, sekundäres Dickenwachstum, Wurzel mit Nährstoffaufnahme, Blatt mit Photosynthese); ausgewählte ökologische Anpassungen und Metamorphosen (u.a. Wasserpflanzen, Xerophyten, Symbiosen und Parasitismus, Bewegungen bei Pflanzen).

Teil 2: Übersicht Systematik und Evolution, Methoden und Geschichte, Cyanobakterien, Algen und Protisten, Sporenpflanzen (Moose, Gefäßsporenpflanzen), Samenpflanzen (Gymnospermen, Angiospermen), mit Schwerpunkt auf morphologischen Besonderheiten, Generationswechsel, Vermehrung und Verbreitung; Koevolution und Domestikation mit Beispielen von Kulturpflanzen; Ausblick in die Pflanzenzüchtung und Anwendungen der Pflanzenwissenschaften.

Praktikum:

Lichtmikroskop (Funktion, optische Grundlagen und Handhabung); botanisches Zeichnen und Dokumentieren; pflanzliche Zellen (Zellaufbau, v.a. Plastiden, Zellwand, Vakuole); Pflanzengewebe (Abschlussgewebe, Grundgewebe, Leitgewebe, Meristem), primäres Wachstum, Sprossachse, sekundäres Dickenwachstum, Wurzel, Blatt, Systematik und Evolution (Morphologie und Generationswechsel) anhand von Algen, Sporenpflanzen (Moose, Farne und Farnartige), Samenpflanzen (Gymnospermen, Angiospermen).

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls mit vollständiger Sammlung von Zeichnungen, das den Anforderungen einer

wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 11
Unterrichtssprache: Deutsch
Literatur:
Sonstige Informationen: Anmeldung für das Praktikum erfolgt über das LSF.

	Zoologie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Aberle				
Dozierende: Prof. Dr. H. Aberle und Mitarbeitende, Dr. D. Radtke, Dr. H.-P. Schmitt-Wrede				
Arbeitsaufwand 300 h	**Leistungspunkte** 10 LP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 180 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Praktikum: 4 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 420 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen der Evolution und Systematik der Tiere wiedergeben sowie diese an ausgewählten Beispielen der vergleichenden Morphologie erklären. Insbesondere sind sie in der Lage, die Differenzierung der Keimblätter und zentraler Organsysteme und ihre Ausprägung und Funktion innerhalb der verschiedenen Tierstämme vergleichend einzuordnen. Sie können ein Lichtmikroskop fachgerecht bedienen und grundlegende Präparationstechniken anwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage, anatomische und morphologische Strukturen in Form von wissenschaftlichen Zeichnungen zu dokumentieren und mit deren Hilfe Praxis und Theorie zu verbinden.

Inhalte

Grundlagen der Phylogenie, Systematik und vergleichenden Morphologie der Tiere.

Vorlesung:

Die Vorlesung behandelt grundsätzliche Fragen der Klassifikation, behandelt verschiedene Artdefinitionen, erläutert Homologien sowie ihre Beziehung zu abgeleiteten (apomorphen) und ursprünglichen (plesiomorphen) Merkmalen und befasst sich mit dem „Lesen“ von Stammbäumen (Kladogrammen). Im Anschluss daran werden primär die für eine phylogenetische Systematik relevanten Merkmale, der wichtigsten tierischen Organismengruppen (Protozoen bis Mammalia) überwiegend anhand von Beispielen aus der vergleichenden Anatomie erörtert und zum Teil durch funktionelle Betrachtungen erweitert. Die Teilnehmer erhalten ein ausführliches Stichwortverzeichnis.

Praktikum:

Im Praktikum wird besonderer Wert darauf gelegt, dass jeder Studierende selbstständig repräsentative Vertreter der Hauptgruppen präpariert. Im Einzelnen werden behandelt: Protisten, Cnidaria, Plathelminthes, Nematoda, Annelida, Mollusca, Arthropoda (Crustacea & Insecta), Acrania, Teleostei und Mammalia.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen der Modulprüfung
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme an den wöchentlichen Vorbesprechungen
(3) Regelmäßige aktive Teilnahme an den praktischen Übungen und Protokollführung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

Sonstige Informationen: Das Praktikum findet wöchentlich statt. Anmeldung erfolgt über das LSF.

	Bachelorarbeit			
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Biologie				
Dozierende: Die Dozierenden der Biologie				
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:

- Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung aus einem selbst gewählten Forschungsbereich unter Anleitung;
- Erwerb des für die Bearbeitung der Fragestellung relevanten Fachwissens aus Fachliteratur und über wissenschaftliche Kommunikation;
- Beherrschung fortgeschrittener, spezieller experimenteller Techniken und/oder theoretischer Methoden;
- Anwendung von Kenntnissen und Fertigkeiten aus Modulen und aus der Fachliteratur auf die Bearbeitung der Fragestellung;
- Beherrschung der für die Fragestellung relevanten Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens;
- wissenschaftliche Arbeit 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. 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 (der Betreuerin).

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Absolvierung aller für den Schwerpunkt Biologie erforderlichen Module des Bereichs *(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* und des Moduls *Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten*. Erfolgreiche Absolvierung aller Pflichtmodule des Schwerpunkts Biologie und eines Vertiefungsmoduls.

Prüfungsformen: Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse der Bachelorarbeit.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Annahme der Bachelorarbeit

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 24

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Literatur: Ausgewählte Übersichtsartikel; Spezialliteratur zum Thema der Bachelorarbeit.

Sonstige Informationen:

3.3.2. Fachlicher Schwerpunkt Chemie

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen und Vertiefung			
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1	7	4V + 3Ü	WS
Physik für Naturwissenschaften	8	4V + 2Ü	WS
Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten	4	2V + 1Ü	WS
Naturwissenschaftliches Projektpraktikum	8	8P	WS/SS
Abschlussseminar	3	2S	WS/SS
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie	8	4V + 2Ü	WS
Praktika Allgemeine und Anorganische Chemie	7	12P	WS
Prinzipien der Organischen Chemie	8	4V + 2Ü	SS
Zwischensumme	**53**		
Fachlicher Schwerpunkt Chemie			
Chemie der Elemente	8	4V + 2Ü	SS
Praktikum zur Chemie der Elemente	8	12P	SS
Vertiefte Organische Chemie	8	4V + 2Ü	WS
Organisch-Chemisches Synthesepraktikum	8	12P	WS
Vom Atom zur Kondensierten Materie	8	3V + 1Ü + 4P	SS
Thermodynamik und Kinetik	7	3V + 1Ü + 3P	SS
Fortgeschrittene Physikalische Chemie	10	3V + 1Ü + 7P	WS
Qualifizierungsmodul	8	2V + 1Ü + 6P	SS
Wahlpflicht Chemie	≥16		WS/SS
Bachelorarbeit	12		WS/SS
Zwischensumme	**≥93**		
Summe Leistungspunkte	**≥146**		

In *Wahlpflicht Chemie* kann dabei aus folgenden Modulen gewählt werden:

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Grundlagen der Biochemie	8	2V + 1Ü + 6P	WS
Einführung in die Quanten- und Computerchemie	8	3V + 1Ü + 4P	WS
Einführung in synthetische und analytische Methoden	6	1V + 2Ü + 4P	WS
Elementorganische Chemie	8	2V + 1Ü + 6P	SS
Analytische Methoden	6	2V + 2Ü + 2P	SS
Prinzipien der Makromolekularen Chemie	9	2V + 1Ü + 7P	WS

Das *Qualifizierungsmodul* wird aus den im Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Chemie entsprechend gekennzeichneten Modulen gewählt.

Chemie der Elemente

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. W. Frank

Dozierende: Die Dozierenden des Instituts für Anorganische Chemie und Strukturchemie

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8	90 h	150 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	Sommersemester	V: 250 Ü: 30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- einen repräsentativen Überblick der Chemie der praxisrelevanten Haupt- und Nebengruppenelemente geben,
- Grundprozesse und Prinzipien der anorganischen Chemie erläutern und anwenden,
- grundlegende stoffchemische und strukturelle Fragestellungen bearbeiten.

Inhalte

Vorlesung *Struktur, Bindung, Reaktivität*:

- Elektronegativitätsskalen und Bindungsarten;
- Struktur und Bindung bei Metallen und ionischen Verbindungen, Symmetrie und Punktgruppen, Kristallsysteme, elektrische und magnetische Eigenschaften von Feststoffen;
- Darstellung der Elemente durch Redoxreaktionen;
- Übergangsmetallionen in wässeriger Lösung, Grundbegriffe der Komplexchemie, Redoxstabilitäten von Metallionen, Latimer-, Frost- und Pourbaix-Diagramme.

Vorlesung *Chemie der Elemente*:

Synthesen, Strukturen, Reaktionen und technische Anwendungen von Hauptgruppen-Elementen und -Verbindungen aufbauend auf den Inhalten der Grundvorlesung aus Modul C1.

In den Übungen werden die Themen der Vorlesungen eingeübt.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur zum Gesamtmodul

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Teilnahme an Vorlesung und Übungen
(2) Bearbeitung von Übungsaufgaben
(3) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 15

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

E. Riedel, C. Janiak, *Anorganische Chemie*, 8. Aufl., Berlin/New York: De Gruyter (2011).
C. Janiak, *Nichtmetallchemie. Grundlagen und Anwendungen*, 4. Aufl., Aachen: Shaker (2012).
A. F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*, 102., stark umgearbeitete und verbesserte Aufl., Berlin/New York: De Gruyter (2008).
D. F. Shriver, P. W. Atkins, C. H. Langford, *Anorganische Chemie*, 2. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (1997).

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Praktikum zur Chemie der Elemente			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. W. Frank				
Dozierende: Die Dozierenden des Instituts für Anorganische Chemie und Strukturchemie				
Arbeitsaufwand 240 h	**Leistungspunkte** 8 LP	**Kontaktzeit** 180 h	**Selbststudium** 60 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 12 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die Reaktivität der repräsentativen Elemente erläutern und einen Überblick zu den charakteristischen Reaktionen und der praktischen Verwendung ihrer wichtigen Verbindungen geben,
- die grundlegenden Aspekte der Reaktivität der Elemente der 3d-Reihe an Hand charakteristischer Reaktionen erläutern,
- einfache Synthese- und Analyseverfahren anwenden.

Inhalte

- Chalkogene (Redoxreaktionen: Sauerstoff, Oxide, Wasserstoffperoxid, Schwefelmodifikationen, H2S, SO2, SO3, Thiosulfat);
- Pnicogene (Ammoniak, Ammoniumsalze, Salpetersäure, NOx (Smog), Phosphorpentoxid, Phosphorsäure, Polyphosphate);
- Kohlenstoffgruppe (Carbonate, Hydrogencarbonat, CO2, CO, Boudouard-Gleichgewicht, Kieselsäuren, Sol-Gel-Prozess, Silicone, Zinn, Blei);
- Borgruppe (Borsäure), Titroprozessor, Borax, Perborat (NIR-Produktkontrolle), Aluminium (Aluminiumhydroxid, Alaune, Aluminothermie);
- Übergangsmetalle – Typische Reaktionen von d-Block-Metallsalzen: Titan (TiO2-Modifikationen, Weißpigmente, röntgenogr. Phasenanalytik), Vanadium, Wolfram (Wolframbronzen), Eisen, Kobalt (Komplexisomerie), Nickel, Kupfer, Silber.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen *Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie* und *Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie*.

Prüfungsformen:

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgaben
(2) Anfertigen von Protokollen.

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: E. Riedel, C. Janiak, *Anorganische Chemie*, 8. Aufl., Berlin/New York: De Gruyter (2011).
E. Schweda, *Jander/Blasius – Anorganische Chemie I. Theoretische Grundlagen und Qualitative Analyse*, 19., völlig neu bearb. Aufl., Stuttgart: Hirzel (2021).
Praktikumsskript.

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

Vertiefte Organische Chemie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. J. J. Müller

Dozierende: Prof. Dr. C. Czekelius, Prof. Dr. T. J. J. Müller, PD Dr. K. Schaper, Dr. S. Beutner

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	90 h	150 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS	Wintersemester	V: 250
Vorlesung: 2 SWS		V: 250
Übungen: 2 SWS		Ü: 30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- organisch-chemische Reaktionen mechanistisch klassifizieren und dabei thermodynamische und kinetische Aspekte angemessen berücksichtigen,
- erlernte Reaktionsmechanismen zur Beantwortung neuer Fragestellungen anwenden,
- die strukturellen und synthetischen Grundprinzipien der Naturstoffchemie verstehen,
- Struktur-Eigenschaftsbeziehungen bei biologisch relevanten Molekülen erkennen und die Bedeutung chemischer Prozesse für biologische Vorgänge beurteilen,
- Sachdiskussionen auch in größeren Gruppen folgen und sich daran durch angemessene mündliche Beiträge beteiligen.

Inhalte

Vorlesungen *Struktur und Reaktivität* und *Naturstoffe*:

- Vertiefter Einblick in die Chemie der reaktiven Zwischenstufen,
- Konzertierte Reaktionen,
- Einführung in die Organometallchemie,
- Nutzung der Chemie funktioneller Gruppen,
- Einführung in die Chemie biologisch relevanter Moleküle (Terpene und Steroide, Kohlenhydrate, Nucleinsäuren, Alkaloide, Aminosäuren und Peptide, Lipide und Eicosanoide, Porphyrine).

Übungen:

Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesungen und Präsentation der Lösungen.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine; die Kenntnis der Themen des Moduls *Prinzipien der Organischen Chemie* wird empfohlen.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesungen und Übungen
(2) Schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben
(3) Beteiligung an Sachdiskussionen
(4) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 15

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

F. A. Carey, R. J. Sundberg, *Organische Chemie – Ein weiterführendes Lehrbuch*, Weinheim: Wiley-VCH (1995).
F. A. Carey, R. J. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry – Part A: Structure and Mechanisms*, 5. Aufl., New York: Springer (2007).
M. B. Smith, *March's Advanced Organic Chemistry. Reactions, Mechanisms and Structure*, 7. Aufl., New York: J. Wiley & Sons (2013).
R. Brückner, *Reaktionsmechanismen. Organische Reaktionen, Stereochemie, Moderne Synthesemethoden*, 3. Aufl., Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum (2015).
H. Maskill, *Structure and Reactivity in Organic Chemistry*, Oxford University Press (1999).

	T. Schirmeister, C. Schmuck, P. R. Wich, *Beyer/Walter. Organische Chemie*, 25., völlig neu bearb. Aufl., Stuttgart: Hirzel (2016). G. Habermehl, P. Hammann, H.C. Krebs, *Naturstoffchemie: Eine Einführung*, 2., völlig neu bearb. Aufl., Berlin/Heidelberg: Springer (2002). E. Breitmaier, *Alkaloide. Betäubungsmittel, Halluzinogene und andere Wirkstoffe. Leitstrukturen aus der Natur*, 3., überarb. u. erw. Aufl., Wiesbaden: Vieweg + Teubner (2008). B. Fugmann, S. Lang-Fugmann, W. Steglich, *Römpp Lexikon. Naturstoffe,* Stuttgart: Thieme (1997).
Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF. Interaktive Lernmodule finden Sie unter folgender Webadresse: https://schelm.hhu.de//	

	Organisch-Chemisches Synthesepraktikum			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. J. J. Müller				
Dozierende: Prof. Dr. C. Czekelius, Prof. Dr. L. Hartmann, Prof. Dr. T. J. J. Müller, Dr. M. Tabatabai, PD Dr. K. Schaper, Dr. S. Beutner				
Arbeitsaufwand 240 h	**Leistungspunkte** 8 LP	**Kontaktzeit** 160 h	**Selbststudium** 80 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 12 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die handwerklichen Grundlagen des organisch-chemischen Experimentierens anwenden,
- sachgerecht mit Gefahrstoffen umgehen,
- ein- und zweistufige Synthesen planen, durchführen und angemessen dokumentieren,
- analytische Methoden zum Strukturbeweis niedermolekularer Verbindungen auswählen und Spektreninformationen (NMR, IR und MS) interpretieren,
- Reaktionsmechanismen im Gespräch erläutern und den Erfolg von Synthesen bewerten.

Inhalte

- Planung und Durchführung individuell vorgegebener Lehrbuchsynthesen;
- Nutzung analytischer Methoden zum Nachweis des Syntheseerfolges;
- Diskussion versuchsbezogener Themen mit den Praktikumsbetreuern.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme am Modul *Prinzipien der Organischen Chemie*.

Prüfungsformen:

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(2) Erfolgreiche Bearbeitung aller Praktikumssynthesen
(3) Erstellen von Protokollen

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

K. Schwetlick, *Organikum*, 24. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2015).
R. Brückner, H.-D. Beckhaus, S. Braukmüller, J. Dirksen, D. Goeppel, M. Oestreich, *Praktikum Präparative Organische Chemie. Organisch-Chemisches Grundpraktikum*, Heidelberg: Spektrum (2008).
S. Hünig, G. Märkl, J. Sauer, P. Kreitmeier, Ledermann, J. Podlech, *Arbeitsmethoden in der organischen Chemie*, 3., überarb. Aufl., Berlin: Lehmanns Media (2014).
Skript zum Praktikum.

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.
Interaktive Lernmodule finden Sie unter folgender Webadresse: https://schelm.hhu.de//

Vom Atom zur kondensierten Materie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Seidel

Dozierende: Die Dozierenden der Physikalischen Chemie

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	120 h	120 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 3 SWS Übungen: 1 SWS Praktikum: 4 SWS	Sommersemester	V: 250 Ü: 30 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die experimentellen und theoretischen Grundlagen der Spektroskopie wiedergeben,
- die erarbeiteten physikalischen Konzepte auf Probleme in der Chemie anwenden.

Inhalte

Vorlesung und Übungen:

- Motivation und historische Einleitung: Entdeckung der Elementarteilchen, Bestimmung von q/m und der Elementarladung, Anschauung zu Atomkern und Elektronenhülle;
- Teilchen- und Wellennatur von Materie und elektromagnetischer Strahlung: Compton-Effekt, photoelektrischer Effekt, Impuls von Lichtquanten, Lichtbeugung, De-Broglie-Beziehung, Elektronenbeugung an Kristallen, Beugung am Einfachspalt, Heisenbergsche Unschärferelation. Schrödinger-Gleichung: Teilchen im Potentialkasten, der Tunneleffekt, harmonischer und an-harmonischer Oszillator, interne Rotation und starrer Rotator, Art und Zahl der Freiheitsgrade;
- Wasserstoffatom mit empirischer Beschreibung, Bohr'sches Atommodell und quantenmechanische Behandlung;
- Aufbau des Periodensystems und Atomspektren: Elektronenspin und Pauli Prinzip, Termsymbole, der Grundzustand von Atomen;
- Intra- und intermolekulare Bindungen: Kovalente Bindung, H2+, Born-Oppenheimer Näherung, Hückelmodell, chemische Struktur von Molekülen, Hybridisierung und Bindungswinkel, Ionische und Metallische Bindung, Van der Waals-Bindung, reale Gase, Wasserstoffbrückenbindung, Flüssigkeit, Übergang zum Festkörper;
- Spektroskopie: Wechselwirkung von Materie mit elektromagnetischer Strahlung: permanentes Dipolmoment, Polarisierbarkeit. Nicht-resonante Anregung: der Raman-Effekt. Bohr'sche Frequenzbedingung, Übergangswahrscheinlichkeiten. Rotations-, Schwingungs- und elektronische Übergänge, das Franck-Condon-Prinzip. Verbotene Übergänge, Chromophore.

Praktikum:

Simulation von Gesetzen mit Excel, experimentelle Übungen zu UV-Spektren und pK-Werten; Atom-Absorptionsspektroskopie, IR- und Raman-Spektroskopie.

Teilnahmevoraussetzungen: Beherrschung mathematischer Grundlagen für die theoretische Bearbeitung von chemischen und physikalisch-chemischen Fragenstellungen (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls *Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1*).

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Aktive und regelmäßige Teilnahme sowohl an den Übungen zur Vorlesung als auch am Praktikum
(2) Mündliches Kolloquium zu den Experimenten
(3) Seminarvortrag
(4) Anfertigung von Protokollen
(5) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:	P. W. Atkins, *Physikalische Chemie*. G. Wedler, *Lehrbuch der Physikalischen Chemie*. W. J. Moore, D. O. Hummel, *Physikalische Chemie*. G. M. Barrow, G. W. Herzog, *Physikalische Chemie I-III*. H. Kuhn, H.-D. Försterling, *Principles of Physical Chemistry*.
Sonstige Informationen:	

	Thermodynamik und Kinetik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Karg				
Dozierende: Die Dozierenden der Physikalischen Chemie				
Arbeitsaufwand 210 h	**Leistungspunkte** 7 LP	**Kontaktzeit** 105 h	**Selbststudium** 105 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 3 SWS Übung: 1 SWS Praktikum: 3 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V:250 Ü: 30 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die experimentellen und theoretischen Grundlagen der Physikalischen Chemie im Bereich der Thermodynamik wiedergeben;
- die erarbeiteten physikalischen Konzepte auf Probleme in der Chemie anwenden;
- thermodynamische Kenngrößen errechnen und die Zusammenhänge bei Phasenübergängen von Stoffen verstehen.

Inhalte

Vorlesung und Übungen: Grundlagen der Thermodynamik

- Rekapitulation chemische Gleichgewichte, Massenwirkungsgesetz. Bezug zwischen kinetischer und thermodynamischer Definition;
- Die drei Hauptsätze der Thermodynamik: Zustandsfunktionen (innere Energie, Enthalpie, Entropie, freie Energie/Enthalpie), Arbeit, Wärme, Kreisprozesse, Wirkungsgrad;
- Chemische Reaktionsthermodynamik, Standardreaktionsenthalpie, Verbrennungsenthalpie, Satz von Hess. Phasenübergänge und Mischphasenthermodynamik:
- Vom idealen zum realen Gas, kinetische Gastheorie, van der Waals Gleichung, kritischer Punkt, Lennard-Jones Potential, Joule-Thompson Effekt;
- Reinstoffphasengleichgewichte, Zustandsdiagramme, Phasenübergänge, Klassifikation nach Ehrenfest, Gibbs'sche Phasenregel, Anomalie des Wassers;
- Chemisches Potential, Aktivitäten;
- Henry- und Raoult'sches Gesetz;
- Kolligative Eigenschaften, Gefrierpunktserniedrigung, Siedepunkterhöhung, osmotischer Druck, Destillation.

Praktikum:

Simulation von Gesetzen mit Excel, experimentelle Übungen zu Kinetik der Hydrolyse von Malachitgrün, Temperaturabhängigkeit der Molwärme, Lösungsenthalpie, Verbrennungsenthalpie, Dissoziationskonstante.

Teilnahmevoraussetzungen: Beherrschung mathematischer Grundlagen für die theoretische Bearbeitung von chemischen und physikalisch-chemischen Fragenstellungen (nachgewiesen z.B.
durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls *Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1*).

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Aktive und regelmäßige Teilnahme sowohl an den Übungen zur Vorlesung als auch am Praktikum
(2) mündliches Kolloquium zu den Experimenten
(3) Seminarvortrag
(4) Anfertigung von Protokollen
(5) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: P. W. Atkins, *Physikalische Chemie*, 5. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2013).

P. W. Atkins, *Molecular Quantum Mechanics*, Oxford University Press. G. Wedler, H.-J. Freund, *Lehrbuch der Physikalischen Chemie*, 6. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2012). W. J. Moore, D. O. Hummel, *Physikalische Chemie*, De Gruyter. G. M. Barrow, G. W. Herzog, *Physikalische Chemie I-III*, Vieweg. H. Kuhn, H.-D. Försterling, *Principles of Physical Chemistry*, Wiley.
Sonstige Informationen:

Fortgeschrittene Physikalische Chemie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. P. Gilch

Dozierende: Dozierende der Physikalischen Chemie im Wechsel

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
300 h	10 LP	140 h	160 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 3 SWS	Wintersemester	V: 250
Übungen: 1 SWS		Ü: 30
Praktikum: 7 SWS		P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- grundlegende Prinzipien der Transportprozesse verstehen und anwenden;
- grundlegende thermodynamische und kinetische Prinzipien der Elektrochemie in Theorie und Anwendung (z.B. Korrosion und Energiespeicherung) wiedergeben.

Inhalte

Vorlesung:

Kinetik und Transportprozesse:

- Rekapitulation der formalen Kinetik einfacher und zusammengesetzter Reaktionen;
- Phänomenologie der Temperaturabhängigkeit von Geschwindigkeitskonstanten; Arrhenius-Gleichung;
- Elementare Aspekte der statischen Thermodynamik im Zusammenhang mit der Theorie des Übergangszustands;
- Verknüpfung kinetischer und thermodynamischer Größen; Marcus-Theorie;
- Wärme- und Stofftransport; Diffusion;
- Diffusionskontrollierte Reaktionen.

Thermodynamische und kinetische Aspekte der Elektrochemie:

- Wissenschaftliche und technische Bedeutung der Elektrochemie;
- Rekapitulation Elektrizitätslehre;
- Elektrochemisches Potenzial;
- Typen von Elektroden, Spannungsreihe, Nernstsche Gleichung;
- Potentiale: Elektrodenpotentiale, Temperaturabhängigkeit von Zellspannungen, Flüssigkeitspotentiale, Diffusionspotentiale, Membranpotentiale;
- Elektrische Leitfähigkeit. Transportprozesse: Diffusion, Beweglichkeit, Migration, Ficksche Gesetze, Messmethoden. Leitwert, Überführungszahlen;
- Debye-Hückel-(Onsager)-Theorie;
- Elektrische Doppelschicht, Coulomb-Wechselwirkung, Screening, Zeta-Potential;
- Kinetik in Elektrochemie; Butler-Volmer-Gleichung;
- Cyclovoltammetrie;
- Elektrochemie des Lithium-Ionen-Akkus;
- Aktuelle wissenschaftliche Aspekte der Elektrochemie (externer Sprecher).

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen *Einführung in die Physikalische Chemie*, *Praktikum Grundlagen der Physikalischen Chemie* und *Mathematische Methoden in der Chemie 1 und 2* oder äquivalente Leistungen.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung und Übungen
(2) Schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben
(3) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch	
Literatur:	P. W. Atkins, J.de Paula, J. J. Keeler, *Physikalische Chemie*, 6. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2022). H.-J. Freund, G. Wedler, *Lehrbuch der Physikalischen Chemie*, 6., vollst. überarb. u. aktual. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2012). C. H. Hamann, W. Vielstich, *Elektrochemie*, 4. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2005). W. J. Moore, D. O. Hummel, *Physikalische Chemie*, 2., durchges. u. verb. Aufl., Berlin: De Gruyter (1986). G. M. Barrow, G. W. Herzog, *Physikalische Chemie I-III*, 6., ber. Aufl., Heidelberg: Vieweg (1984). H.-D. Dörfler, *Grenzflächen und kolloid-disperse Systeme*, Berlin: Springer (2002). H. Kuhn, H.-D. Försterling, D. H. Waldeck, *Principles of Physical Chemistry*, 2. Aufl., New York: J. Wiley & Sons (2009).
Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.	

Grundlagen der Biochemie (GBC)

Modulverantwortliche/r: PD Dr. U. Schulte

Dozierende: Die Dozierenden des Instituts für Biochemie

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	135 h	105 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS	Wintersemester	V: 250
Übungen: 1 SWS		Ü: 250
Praktikum: 6 SWS		P: 15–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- Eigenschaften und Reaktionen biologischer Makromoleküle beschreiben;
- die Grundprinzipien von Stoffwechselvorgängen erklären;
- Proteine und Nukleinsäuren handhaben und charakterisieren, sowie die experimentellen Daten auswerten und dokumentieren.

Inhalte

Vorlesung:

- Aufbau und Eigenschaften biologischer Makromoleküle, (Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren, Proteine);
- Strukturbildung von Nukleinsäuren und Proteinen, Membranen und Zellen;
- Prinzipien des Stoffwechsels (Redoxreaktionen in Glykolyse und Citratzyklus, Mechanismus und Thermodynamik der oxidativen Phosphorylierung);
- Anabolismus (Glucogenese, Fettsäuresynthese, Mechanismus der ATP-Kopplung);
- Fluss der genetischen Information (Replikation, Transkription, Translation);
- Grundlagen von Regulation und Signalübertragung (Rückkopplung, allosterische Enzyme, Hormone);
- Methoden der Biochemie (Proteinisolierung, Proteincharakterisierung, Enzymkinetik, Gentechnik);
- Anwendungen der Biochemie (Wirkstoffe, Immunanalytik, Technische Anwendung von Enzymen)

Übungen:

Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesung.

Praktikum:

- Isolierung und Charakterisierung der Glutamat-Oxalacetat-Transaminase aus Schweineherzen;
- Enzymkinetik der Alkoholdehydrogenase;
- Klonierung und heterologe Expression des Gens für das Grün-Fluoreszierende Protein in *Escherichia coli*.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme an dem Modul *Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie* oder *Chemie der Elemente* oder *Prinzipien der Organischen Chemie*.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Aktive und regelmäßige Teilnahme am Praktikum
(2) Berichte zu den Praktikumsversuchen
(3) Abschlusskolloquien zum Praktikum
(4) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Lehrbücher der Biochemie, z.B.:
P. Karlson, D. Doenecke, J. Koolman, *Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler*, 14., neubearb. Aufl., Stuttgart: Thieme (1994).

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Einführung in die Quanten- und Computerchemie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. M. Marian				
Dozierende: Dozierende der Theoretischen Chemie				
Arbeitsaufwand	**Leistungspunkte**	**Kontaktzeit**	**Selbststudium**	**Dauer**
240 h	8 LP	120h	120 h	1 Semester
Lehrveranstaltungen		**Häufigkeit des Angebots**		**Gruppengröße**
Vorlesung: 3 SWS		Wintersemester		V: 250
Seminar: 1 SWS				S: 30
Praktikum: 4 SWS				P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die Grundlagen der Quantenchemie wiedergeben,
- Energieniveaus und Wellenfunktionen der exakt lösbaren Modellsysteme skizzieren,
- Hückeltheorie sicher anwenden,
- Molekülorbitalschemata konstruieren,
- chemische Bindungen klassifizieren,
- Moleküleigenschaften im elektronischen Grundzustand mit Standardprogrammpaketen berechnen und interpretieren,
- Auswahlregeln für IR- und Ramanübergänge anwenden.

Inhalte

Vorlesung:

- Observable und Operatoren: Was ist ein Operator? Eigenfunktionen und Eigenwerte, Eigenschaften quantenmechanischer Operatoren, Spektrum, Korrespondenzprinzip, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung, Energiequantelung.
- Erwartungswerte und Varianz: Erwartungswerte, Varianz und Standardabweichung, Ehrenfesttheorem, Vertauschbarkeit von Operatoren, Unschärfe, Variationsprinzip für die Energie, Übergangswahrscheinlichkeiten.
- Das Hückel-Orbital-Modell: Näherungen im HMO-Modell, Ladungsordnung, Bindungsordnung, freie Valenz.
- Separation von Variablen: zweidimensionaler Kasten, Abseparation der Schwerpunktsbewegung, Wasserstoffatom, Wasserstofforbitale.
- Mehrelektronenatome: Näherung der unabhängigen Teilchen, Orbitale, Hartree-Näherung, Teilchenvertauschung, Slaterdeterminante, Hartree-Fock-Ansatz.
- Moleküle: Molekularer Hamiltonoperator, Born-Oppenheimer-Näherung, Elektronische Schrödingergleichung, LCAO-MO-Modell, gebräuchliche Basisfunktionen.
- Potentialhyperflächen: Stationäre Punkte, Koordinatenwahl, Geometrieoptimierung, Molekülschwingungen.
- Chemische Bindung: Einelektronenbindung, kovalente Bindung, delokalisierte Bindung, ionische Bindung, polare Bindung, intermolekulare Wechselwirkungen (statische, induzierte), Wasserstoffbrückenbindung, eindimensionaler Festkörper
- Kraftfelder und Molekülmechanik.
- Elektronenkorrelation (qualitativ):
    - Definition, Fermi-/Coulomb-Loch;
    - Wellenfunktionsmethoden zur Beschreibung der Elektronenkorrelation: Multikonfigurationsansatz (CASSCF), Konfigurationswechselwirkung (CI), Møller-Plesset-Störungstheorie (MP2);
    - Dichtefunktionaltheorie: Hohenberg-Kohn-Theorem, Kohn-Sham-Gleichungen, Austauschkorrelationsfunktionale.

- Symmetrie in der Chemie: Klassifikation von Symmetrieeigenschaften, Richtung des Dipolmoments, Chiralität, reduzible und irreduzible Darstellungen, Ausreduzieren, Symmetrieeigenschaften von Schwingungsmoden, Auswahlregeln für Infrarot- und Ramanübergänge.

Seminar:
- Seminarvortrag über ein Thema aus Vorlesung oder Praktikum.

Computerpraktikum:
- Literaturrecherche und Chemiedatenbanken im Internet.
- Computergestützte Lösung von Übungen zur Vorlesung am PC unter Windows und Linux: Wellen und Interferenz, Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Erwartungswerte, Wasserstoffatom.
- Berechnung von Moleküleigenschaften mit Standardquantenchemieprogrammen:
  - Elektronische Schrödingergleichung (Teilchen im Kasten, Hückeltheorie, Restricted Hartree-Fock-Verfahren, Kohn-Sham-Verfahren);
  - Geometrieoptimierung; Konstitutionsisomere;
  - Molekülschwingungen und Kraftkonstanten, Übergangswahrscheinlichkeiten.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen *Mathematische Methoden in der Chemie 1 und 2* oder Nachweis äquivalenter Kenntnisse.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:
(1) Aktive Teilnahme an Praktikum und Seminar
(2) Anwesenheitsaufgaben
(3) Protokolle
(4) Seminarvortrag
(5) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Skript zur Vorlesung.
J. Reinhold, *Quantentheorie der Moleküle. Eine Einführung*, 5., überarb. Aufl., Wiesbaden: Springer Spektrum (2015).
W. Kutzelnigg, *Einführung in die Theoretische Chemie*, Weinheim: Wiley-VCH (2002).
N. J. B. Green, *Quantum Mechanics 1: Foundations (Oxford Chemistry Primers)*, Oxford: Oxford University Press (2001).
G. H. Grant, W. G. Richards, *Computational Chemistry (Oxford Chemistry Primers)*, Oxford: Oxford University Press (2004).

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Einführung in synthetische und analytische Methoden			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. J. J. Müller				
Dozierende: Prof. Dr. C. Czekelius, Prof. Dr. T. J. J. Müller, PD Dr. K. Schaper, Dr. S. Beutner				
Arbeitsaufwand 180 h	**Leistungspunkte** 6 LP	**Kontaktzeit** 105 h	**Selbststudium** 75 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 1 SWS Übung: 2 SWS Praktikum: 4 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** V: 250 Ü: 30 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- Vorschriften für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen benennen und befolgen,
- Versuchsapparaturen zur Durchführung präparativ-organischer Synthesen aufbauen und betreiben,
- geeignete Methoden zur Aufarbeitung und Reinigung von Substanzgemischen auswählen, einsetzen und dokumentieren,
- physikalische Grundlagen spektroskopischer Methoden beschreiben,
- Spektren (NMR, IR und MS) bekannter Verbindungen analysieren und interpretieren.

Inhalte

- Destillation,
- Extraktion,
- Umkristallisation,
- Chromatographie,
- Trennung von Substanzgemischen,
- Aufbau von Versuchsapparaturen,
- Sachgerechte Planung und Durchführung organisch-chemischer Synthesen,
- Physikalische Grundlagen,
- Analyse und Interpretation von IR-, MS- und NMR-Spektren.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme am Modul *Prinzipien der Organischen Chemie*.

Prüfungsformen:

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung und Übungen
(2) Schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben
(3) Erfolgreiche Bearbeitung von Basisversuchen
(4) Erstellen von Protokollen

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:
K. Schwetlick, *Organikum*, 24. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2015).
S. Hünig, G. Märkl, J. Sauer, P. Kreitmeier, Ledermann, J. Podlech, *Arbeitsmethoden in der organischen Chemie*, 3., überarb. Aufl., Berlin: Lehmanns Media (2014).
S. Bienz, L. Bigler, T. Fox, H. Meier, *Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie (Hesse–Meier–Zeeh)*, 9. Aufl., Stuttgart/New York: Thieme (2016).
Skript zum Praktikum.

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.
Interaktive Lernmodule finden Sie unter folgender Webadresse: https://schelm.hhu.de//

Elementorganische Chemie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Ganter

Dozierende: Prof. Dr. W. Frank, Prof. Dr. C. Ganter

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	135 h	105 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS Übungen: 1 SWS Praktikum: 6 SWS	Sommersemester	V: 250 Ü: 30 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die grundlegenden Konzepte der elementorganischen Chemie wiedergeben,
- die Grundprinzipien der Strukturlehre und der chemischen Bindung anwenden,
- grundlegende elementorganische Substanzklassen bezeichnen,
- elementorganischen Substanzklassen ihre typischen Reaktionsmöglichkeiten zuordnen,
- Mechanismen grundlegender Reaktionen formulieren und anwenden,
- Laborsynthesen unter Inertgasbedingungen durchführen,
- analytische Methoden zum Konstitutionsbeweis elementorganischer Verbindungen auswählen und Spektreninformationen (NMR, IR und MS) interpretieren.

Inhalte

Vorlesung:

Grundzüge der elementorganischen Chemie:

- elementorganische Chemie der Hauptgruppenelemente:
  - Element-Kohlenstoff-Verknüpfungsreaktionen im Überblick;
  - Struktur, Bindungsverhältnisse und Reaktionen ausgewählter Lithium-, Magnesium-, Aluminium-, Silicium- und Phosphororganyle;
  - Aromatenkomplexe schwerer Hauptgruppenelemente;
  - nichtkovalente Element-Kohlenstoff-Wechselwirkungen;
- elementorganische Chemie der Übergangsmetalle:
  - Metallcarbonyle (Geschichte, Synthesen, Strukturen, typische Reaktionen, Bindungsverhältnisse, 18-Elektronen-Regel);
  - Cyclopentadienylkomplexe (Übersicht; Metallocene und Derivate: Synthesen, Eigenschaften, Anwendungen);
  - metallorganische Elementarreaktionen (Substitution, Addition/Eliminierung, Insertion/Extrusion).

Übung:

Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesung.

Praktikum:

- Strategien zur Knüpfung von Element-C-Bindungen (insbesondere P-C, Si-C);
- Synthesen und typische Reaktionen von Metallcarbonylen und Metallocenen;
- Anwendung spektroskopischer Methoden zur Produktcharakterisierung (NMR, IR, MS, Röntgenbeugung).

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme am Modul *Chemie der Elemente*.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung, Übung und Praktikum (2) Bearbeitung von Übungsaufgaben (3) Erfolgreiche Durchführung aller Praktikumssynthesen (4) Erstellen von Protokollen (5) Bestehen der Modulprüfung
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10
Unterrichtssprache: Deutsch
Literatur: Lehrbücher der fortgeschrittenen Anorganischen Chemie, z.B.: C. Janiak, H.-J. Meyer, D. Gudat, R. Alsfasser, *Moderne Anorganische Chemie*, 5. Aufl., Berlin/Boston: De Gruyter (2018). C. Elschenbroich, *Organometallchemie*, 6. Aufl., Wiesbaden: Teubner (2008). A. F. Hill, *Organotransition Metal Chemistry*, Cambridge: Royal Society of Chemistry (2002). Praktikumsskript.
Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Analytische Methoden in der Chemie: Bestimmungsanalytik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Janiak				
Dozierende: Dozierende der Chemie				
Arbeitsaufwand 180 h	**Leistungspunkte** 6 LP	**Kontaktzeit** 90 h	**Selbststudium** 90 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übungen: 2 SWS Praktikum: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 250 Ü: 30 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die Bedeutung analytischer Methoden in Labor, Technik und Alltag beschreiben,
- verschiedene Methoden der Bestimmungsanalytik erläutern,
- eine geeignete Methode für ein gegebenes analytisches Problem auswählen,
- analytische Messwerte und den analytischen Prozess bewerten.

Inhalte

Vorlesung:

- Der Analytische Prozess, Probennahme, Probenvorbereitung, Messung (Standards, Kalibrierung), Auswertung (Fehlerquellen), (statistische) Bewertung und Interpretation der Analysenergebnisse (Genauigkeit, Richtigkeit, Zufallsfehler, systematische Fehler, Chemometrie), Nachweisgrenzen, Selektivität, Matrix und Matrixeffekte, Empfindlichkeit, Qualitätssicherung (DIN EN ISO Normen), Validierung von analytischen Methoden;
- Beispiele instrumenteller analytischer Methoden: potentiometrische Titrationen (mit Karl-Fischer-Titration), Atomemissionsspektroskopie (AES), Photoelektronenspektroskopie (PES), Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA, TRFA) und Röntgendiffraktometrie, Auger-Elektronenspektroskopie, Elektronenstrahl-Mikrosonde (ESCA, ESMA, EDX), Atomabsorptionsspektroskopie (AAS), UV/VIS-Absorptionsspektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, Fließinjektionsanalyse (FIA), Thermochemische Methoden (TG, DTA, DSC), Polarographie und Voltammetrie, Chromatographie (GC, HPLC, GPC, SFC), Ionenchromatographie (IC), Neutronenaktivierungsanalyse, (NAA), Massenspektrometrie (ICP-MS)

Übung:

Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesung.

Praktikum:

- Durchführung analytischer Bestimmungen unter Anwendung einer Auswahl der o.g. Methoden,
- Diskussion der Ergebnisse,
- Anfertigen von Protokollen.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen *Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie* oder *Chemie der Elemente* und *Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1* und *Physik für Naturwissenschaften*.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung, Übung und Praktikum
(2) Bearbeitung von Übungsaufgaben
(3) Erfolgreiche Bearbeitung aller Praktikumsaufgaben
(4) Erstellen von Protokollen

(5) Bestehen der Modulprüfung
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10
Unterrichtssprache: Deutsch
Literatur: K. Cammann (Hrsg.), *Instrumentelle Analytische Chemie. Verfahren, Anwendungen, Qualitätsicherung*, Heidelberg/Berlin: Springer (2001). M. Otto, *Analytische Chemie*, 5. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2019). G. Schwedt, T. C. Schmidt, O. J. Schmitz, *Analytische Chemie. Grundlagen, Methoden und Praxis*, 3. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2016). Praktikumsskript und Arbeitsunterlagen.
Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Prinzipien der Makromolekularen Chemie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. L. Hartmann				
Dozierende: Prof. Dr. L. Hartmann, Dr. M. Tabatabai, Dozierende der Makromolekularen Chemie				
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 LP	**Kontaktzeit** 195 h	**Selbststudium** 75 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übungen: 1 SWS Praktikum: 7 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** V: 250 Ü: 30 P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die Grundlage der makromolekularen Chemie wiedergeben,
- grundlegende Polymerklasse bezeichnen,
- Mechanismen grundlegender Polymerisationsreaktionen formulieren und anwenden,
- Polymersynthese planen, durchführen und die Eigenschaften von Polymeren in Lösungen und Feststoffen untersuchen,
- Methoden zum Strukturnachweis hochmolekularer Verbindungen auswählen und die Messdaten interpretieren.

Inhalte

Vorlesung: Grundlagen der Polymerchemie

- Aufbau und Struktur von Polymeren, deren Eigenschaften und Charakterisierung,
- ionische und radikalische Polymerisationen,
- Polyadditionen,
- Polykondensationen,
- Emulsionspolymerisation,
- Suspensionspolymerisation und Copolymerisationsreaktion,
- Polymere und Umwelt.

Übung:

In den Übungen werden die Themen der Vorlesung und des Praktikums in 2-er Gruppen vertieft.

Praktikum:

Anwendung von literaturbekannten Polymerisationsverfahren für die Herstellung von Polymeren und anschließenden Charakterisierung der hergestellten Polymere, z.B.

- Versuche zur radikalischen, anionischen und kationischen Polymerisation von Styrol, α-Methylstyrol,
- kinetische Untersuchungen,
- Polykondensation,
- PU-Schaum-Herstellung,
- Emulsionspolymerisation,
- Methoden zur Charakterisierung von Polymeren wie z. B. DSC,
- Molekulargewichtsbestimmung wie z. B. GPC,
- Bestimmung der Copolymerisationsparameter,
- Herstellung von Plexiglas,
- Vernetzung von ungesättigten Polyestern.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen *Vertiefte Organische Chemie* und *Grundlagen der Physikalischen Chemie* oder Nachweis von äquivalenten Kenntnissen.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung und Übungen

(2) Erfolgreiche Bearbeitung aller Praktikumsversuche (3) Erstellen von Protokollen (4) Bestehen der Modulprüfung
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10
Unterrichtssprache: Deutsch
Literatur: S. Koltzenburg, M. Maskos, O. Nuyken, *Polymere. Synthese, Eigenschaften und Anwendungen*, Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum (2014). B. Tieke, *Makromolekulare Chemie. Eine Einführung*, 3. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2014). J. M. G. Cowie, *Chemie und Physik der synthetischen Polymeren. Ein Lehrbuch*, Vieweg (2000). D. Braun, H. Cherdron, M. Rehahn, H. Ritter, B. Voit, *Polymer Synthesis. Theory and Practice*, 5. Aufl., Berlin/Heidelberg: Springer (2013). H.-G. Elias, *Makromoleküle*, Bd. 1-4, 6., vollst. überarb. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (1999). G. Odian, *Principles of Polymerization*, 3. Aufl., Hoboken: Wiley-Interscience (1991). Praktikumsskript.
Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

	Bachelorabeit			
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Chemie				
Dozierende: Die Dozierenden der Chemie				
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:

- Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung aus einem selbst gewählten Forschungsbereich unter Anleitung;
- Erwerb des für die Bearbeitung der Fragestellung relevanten Fachwissens aus Fachliteratur und über wissenschaftliche Kommunikation;
- Beherrschung fortgeschrittener, spezieller experimenteller Techniken und/oder theoretischer Methoden;
- Anwendung von Kenntnissen und Fertigkeiten aus Modulen und aus der Fachliteratur auf die Bearbeitung der Fragestellung;
- Beherrschung der für die Fragestellung relevanten Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens;
- Wissenschaftliche Arbeit 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. 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 (der Betreuerin).

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Absolvierung aller für den Schwerpunkt Chemie erforderlichen Module des Bereichs *(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* und des Moduls *Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten*. Erwerb von mindestens 65 Leistungspunkten des Schwerpunkts Chemie inklusive des Qualifizierungsmoduls. Das Thema soll vorrangig dem Gebiet des Qualifizierungsmoduls entnommen sein.

Prüfungsformen: Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse der Bachelorarbeit.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Annahme der Bachelorarbeit

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 24

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Literatur: Ausgewählte Übersichtsartikel; Spezialliteratur zum Thema der Bachelorarbeit.

Sonstige Informationen:

3.3.3. Fachlicher Schwerpunkt Informatik

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen und Vertiefung			
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1	7	4V + 3Ü	WS
Physik für Naturwissenschaften	8	4V + 2Ü	WS
Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten	4	2V + 1Ü	WS
Naturwissenschaftliches Projektpraktikum	8	8P	WS/SS
Abschlussseminar	3	2S	WS/SS
Lineare Algebra 1	9	4V + 2Ü	WS/SS
Analysis 1	9	4V + 2Ü	WS/SS
Programmierung	10	4V + 2Ü	WS
Datenbanken: Eine Einführung	5	2V + 2Ü	SS
Programmierpraktikum 1	10	2V + 2PÜ + 2T	SS
Zwischensumme	**73**		
Fachlicher Schwerpunkt Informatik			
Algorithmen und Datenstrukturen	10	4V + 2Ü	WS
Grundlagen der Computernetzwerke	5	2V + 2Ü	SS
C-Programmierung für Algorithmen und Datenstrukturen	5	2V + 2Ü	SS
Data Science	10	4V + 2Ü	SS
Programmierpraktikum 2	10	2V + 2Ü + 1PÜ + 4P	WS
Theoretische Informatik	10	4V + 2Ü	SS
Wahlbereich Informatik	≥10		WS/SS
Bachelorarbeit	12		WS/SS
Zwischensumme	**≥72**		
Summe Leistungspunkte	**≥145**		

Im *Wahlbereich Informatik* kann dabei aus folgenden Modulen gewählt werden:

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Rechnerarchitektur	7	3V + 2Ü + 1T	WS
Weiterführende Informatik-Module gemäß Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Informatik	5–10		WS/SS

Algorithmen und Datenstrukturen

Modulverantwortliche: Dr. D. Schmidt, Prof. Dr. G. W. Klau, Prof. Dr. M. Schmidt

Dozierende: Dr. D. Schmidt, Prof. Dr. G. W. Klau, Prof. Dr. M. Schmidt

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
300 h	10 LP	90 h	210 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS	Wintersemester	V: 300 Ü: 30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- die vorgestellten Algorithmen/Datenstrukturen anwenden, analysieren und ihre Funktionsweise erklären,
- einen geeigneten Algorithmus/eine geeignete Datenstruktur für eine Problemstellung erkennen und aus einem Repertoire auswählen,
- aus einer natürlichsprachlichen Beschreibung Spezifikationen eines Algorithmus oder einer Datenstruktur entwickeln und bestehende Spezifikationen erklären und Fragen dazu beantworten,
- den Ressourcenbedarf von Algorithmen und Datenstrukturen mit den fundamentalen Techniken der Vorlesung analysieren, vorhersagen und vergleichen,
- nachweisen, dass ein Algorithmus/eine Datenstruktur korrekt arbeitet und andere davon überzeugen und
- die vorgestellten Algorithmen und Datenstrukturen anpassen und kombinieren.

Inhalte

Das Modul befasst sich mit einer Auswahl von grundlegenden Algorithmen und Datenstrukturen aus Theorie und Praxis. Anhand der vorgestellten Algorithmen und Datenstrukturen wird erläutert, wie der Ressourcenverbrauch (Rechenzeit- und Speicherplatzbedarf) theoretisch analysiert und vorhergesagt werden kann.

- Algorithmen und ihre formalen Grundlagen,
- Rechenmodelle, Effizienzmaße,
- Suchstrategien (Binärsuche),
- Sortierverfahren (Quicksort, Heapsort, Mergesort, ...),
- Grundlegende Datenstrukturen (Arraylisten, verkettete Listen, Stacks und Queues),
- Suchbäume (Binärbäume, Balancierte Suchbäume),
- Dictionaries (offene Hashverfahren, dynamische Hashverfahren),
- Prioritätswarteschlangen (Binäre Heaps),
- Verwaltung von Mengensystemen (Union Find),
- Amortisierte Laufzeitanalyse,
- Graphenalgorithmen (Tiefensuche, Breitensuche, Spannbäume, Kürzeste Wege),
- Entwurfsmuster (Greedyalgorithmen, Divide-and-Conquer, Dynamische Programmierung),
- Grenzen effizienter Algorithmen (Ausblick).

Teilnahmevoraussetzungen: Inhalte des Moduls *Mathematik für Informatik 1* oder äquivalente Kenntnisse.

Prüfungsformen: Klausur oder mündliche Prüfung

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Abgabe der Hausaufgaben
(2) Aktive Mitarbeit in den Übungen
(3) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:	T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, *Algorithmen – Eine Einführung*, 4. Aufl., De Gruyter Oldenbourg (2017). R. Sedgwick, K. Wayne, *Algorithmen*, 4. Aufl., Pearson Studium (2014). T. Ottmann, P. Widmayer, *Algorithmen und Datenstrukturen*, 5. Aufl., Spektrum (2012). J. Kleinberg, E. Tardos, *Algorithm Design*, Addison Wesley (2006).
Sonstige Informationen:	

Grundlagen der Computernetzwerke

Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. R. Fleischer, Prof. Dr. M. Mauve

Dozierende: apl. Prof. Dr. R. Fleischer, Prof. Dr. M. Mauve

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
150 h	5 LP	60 h	90 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	Sommersemester	V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- die geschichtete Netzwerkarchitektur des Internets erläutern und die wichtigsten Protokolle in den einzelnen Schichten anwenden,
- die Performance einzelner Protokolle in einfachen Netzwerken berechnen,
- die Adressierungsmechanismen in den verschiedenen Netzwerkschichten erklären und ihr Zusammenspiel diskutieren,
- einfache lokale Netzwerkstrukturen analysieren bzw. für gegebene Anwendungsfälle geeignete Netzwerkstrukturen designen und mit geeigneten Protokollen implementieren,
- grundlegende Methoden anwenden, um die Performance von komplexen Netzwerken zu optimieren, und
- verschiedene Arten von Übertragungsfehlern benennen sowie Möglichkeiten aufzeigen, Übertragungsfehler in den verschiedenen Netzwerkschichten zu erkennen und zu beheben.

Inhalte

Das Modul „Grundlagen der Computernetzwerke" richtet sich an Studierende, die verstehen wollen, wie Computernetzwerke aus technischer Sicht funktionieren. Es werden die grundlegenden Fragestellungen des Gebietes untersucht und es wird besprochen, wie diese Fragestellungen im Internet gelöst sind. Ziel des Moduls ist es, sowohl ein solides allgemeines Basiswissen im Bereich der Computernetzwerke als auch praktisch einsetzbare Kenntnisse zu vermitteln.

- Einleitung und Übersicht;
- Anwendungsschicht (World Wide Web/HTTP, File Transfer/FTP, E-Mail/SMTP, Domain Name System/DNS, Socketprogrammierung mit UDP und TCP);
- Transportschicht (Adressierung, zuverlässige Datenübertragung/RDT, Überlastkontrolle, UDP, TCP);
- Netzwerkschicht (Virtuelle Leitungen und Datagrammnetzwerke, Funktionsweise und Aufbau von Routern, Adressierung/DHCP und NAT, das Internetprotokoll/IP, ICMP, Link State Routing und Distance Vector Routing, RIP, OSPF, BGP);
- Sicherungsschicht (Rahmenbildung, Fehlererkennung und Fehlerkorrektur, Medienzugriff in Lokalen Netzen, Adressierung/ARP, Ethernet, Hubs, Switches, PPP, IP over ATM und MPLS, Anwendungen).

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben

(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: J. F. Kurose, K. W. Ross, *Computer Networking – A Top-Down Approach Featuring the Internet*, 8. Aufl., Pearson (2020).

Sonstige Informationen:

	C-Programmierung für Algorithmen und Datenstrukturen			
Modulverantwortliche/r: Dr. D. Schmidt, Prof. Dr. G. W. Klau, Prof. Dr. M. Schmidt				
Dozierende: Dr. D. Schmidt, Prof. Dr. G. W. Klau, Prof. Dr. M. Schmidt				
Arbeitsaufwand 150 h	**Leistungspunkte** 5 LP	**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 90 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- zentrale Algorithmen und Datenstrukturen in der Programmiersprache C unter Berücksichtigung dynamischer Speicherverwaltung implementieren und
- Werkzeuge für typische Aufgaben bei der C-Programmierung (Speicherverwaltung, Debugging, Build-Prozesse) verwenden.

Inhalte

Dieses Modul baut auf dem Modul „Algorithmen und Datenstrukturen“ auf und ist der Implementierung der dort vermittelten Konzepte in der Programmiersprache C gewidmet. Konkret werden folgende Themen behandelt:

- Einführung in C,
- Grundlegende Datenstrukturen (Stacks, doppelt verkettete Listen, Bäume),
- Suchbäume,
- Heaps,
- Quicksort,
- Hashing,
- Dynamische Graphdatenstruktur und Dijkstras Algorithmus.

Teilnahmevoraussetzungen: *Algorithmen und Datenstrukturen* und *Programmierung* (inhaltlich)

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Mitarbeit in den Übungen

(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 5

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:
R. Sedgewick, *Algorithmen in C*, Pearson (2005).
R. Seacord, *Effective C*, No Starch Press (2020).
G. Gonzales-Morris, I. Horton, *Beginning C: From Beginner to Pro*, Apress (2020).

Sonstige Informationen:

Data Science

Modulverantwortliche/r: Dr. K. Völkel, Prof. Dr. M. Gasic

Dozierende: Dr. K. Völkel, Prof. Dr. M. Gasic

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
300 h	10 LP	90 h	210 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS	Sommersemester	V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- einen Datensatz explorativ analysieren mit Hilfe der Programmiersprache Python,
- Daten zur Weiterverarbeitung transformieren,
- Forschungsfragen an einen Datensatz stellen,
- Teildatensätze zur Weiterverarbeitung wählen,
- geeignete Datensätze zusammenführen,
- Erkenntnisse in Daten mit statistischen Fachbegriffen beschreiben und visualisieren mit Hilfe der Pakete Pandas und Matplotlib,
- Datenschutz-Problematiken bei der Datenverarbeitung berücksichtigen,
- ethische Fragen bei der Datenverarbeitung berücksichtigen,
- statistische Modelle anhand von Daten aufstellen mit Hilfe des Pakets Scikit-Learn,
- die Güte von Modellen bewerten und
- statistische Modelle zur Klassifikation und Vorhersage weiterer Daten nutzen.

Inhalte

Data Science ist die Anwendung statistischer Methoden und Methoden des maschinellen Lernens auf Daten jedweder Art mit Hilfe eines Rechners zur Modellierung von Systemen und Vorhersage von Verhalten.

- Wahrscheinlichkeitstheorie (Diskrete und kontinuierliche Verteilungen, Bayes Theorem, Unabhängigkeit, Normalverteilung, Multivariate Verteilungen, Transformationen);
- Maschinelles Lernen (Daten und Modelle, Schätztheorie, Klassifikation, Regression, Dimensionalitätsreduktion, Clusteranalyse);
- Python-Pakete für Data Science (Numpy, Matplotlib, Pandas, Scikit-Learn).

Teilnahmevoraussetzungen: *Mathematik für Informatik 1–3* (inhaltlich) oder äquivalente Kenntnisse.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den theoretischen und praktischen Übungen
(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

Georgii, *Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik*, 5. Aufl., Berlin: De Gruyter (2015).
VanderPlas, *Python Data Science Handbook*, 1. Aufl., Sebastopol: O'Reilly Media (2016).
Grus, *Data Science from Scratch: First Principles with Python*, 2. Aufl., O'Reilly UK Ltd (2019).
Deisenroth et. al., *Mathematics for Machine Learning*, 1. Aufl., Cambridge: CUP (2020).

Sonstige Informationen:

Programmierpraktikum 2

Modulverantwortliche/r: Dr. J. Bendisposto

Dozierende: Dr. J. Bendisposto

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
300 h	10 LP	124 h	176 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS Praktische Übung: 1 SWS Blockpraktikum: 4 SWS	Wintersemester	V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- Webanwendungen implementieren und absichern,
- die Barrierefreiheit von Webanwendungen sicherstellen,
- datenbankbasierte Informationssysteme entwickeln,
- Architekturmuster benennen und anwenden,
- Integrationstests für webbasierte Informationssysteme schreiben,
- Tests zur Absicherung von Architekturentscheidungen schreiben,
- gängige Vorgehensmodelle beschreiben und anwenden,
- die Architektur eines Systems dokumentieren.

Inhalte

Ziel der beiden Module des Programmierpraktikums ist es, Studierende dazu zu befähigen, im Team ein größeres, webbasiertes, qualitativ hochwertiges Informationssystem in Java entwickeln zu können. Das Programmierpraktikum 2 behandelt folgende Themen:

- Webentwicklung (HTTP, HTML, Accessibility, Authentifizierung und Autorisierung, Security, REST, Servlets, Spring Web),
- Anbindung an Datenbanken (JDBC, Spring Data),
- Softwarearchitektur und Architekturmuster,
- Integration- und Architektur-Testing (ArchUnit),
- Vorgehensmodelle,
- Architekturdokumentation (arc42, UML).

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls *Programmierpraktikum 1* (formell).

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den theoretischen und praktischen Übungen

(2) Aktive und erfolgreiche Mitwirkung im Praktikum

(3) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Eigenes Skript.

Sonstige Informationen: Die Vorlesung folgt dem Modell des Flipped Classroom.

	Theoretische Informatik			
Modulverantwortliche/r: M. Mutz, Prof. Dr. M. Leuschel, Prof. Dr. J. Rothe				
Dozierende: M. Mutz, Prof. Dr. M. Leuschel, Prof. Dr. J. Rothe				
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** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 300 Ü: ca. 30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- formale Sprachen in die Chomsky-Hierarchie einordnen,
- besprochene äquivalente Automatenmodelle ineinander bzw. in besprochene Grammatiken des entsprechenden Typs umformen,
- für eine gegebene Sprache eine sie erzeugende Grammatik bzw. einen sie akzeptierenden Automaten eines geeigneten Typs (z. B. endlicher Automat oder Kellerautomat oder lineare beschränkter Automat
- oder Turingmaschine) angeben,
- umgekehrt für eine gegebene Grammatik oder einen gegebenen Automaten die zugehörige Sprache bestimmen,
- Argumente für die Inäquivalenz von besprochenen Automatenmodellen bzw. Grammatiktypen geben,
- den Aufbau eines Compilers angeben,
- die Aufgaben und Methoden der lexikalischen und der Syntaxanalyse beschreiben,
- die algorithmische Entscheidbarkeit von Problemen diskutieren,
- Argumente für die Nichtentscheidbarkeit von Problemen geben,
- argumentieren, dass es nicht berechenbare Funktionen gibt,
- Fertigkeiten im Umgang mit formalen Begriffs- und Modellbildungen sowie mit formalen Argumentationsweisen sowie bestimmten Beweistechniken (wie etwa der Diagonalisierung) anwenden, und
- Reduktionen zwischen Problemen angeben, um ihre Unentscheidbarkeit oder NP-Vollständigkeit zu zeigen.

Inhalte

In diesem Modul werden die wichtigsten Grundlagen, Modelle, Methoden und Resultate der theoretischen Informatik eingeführt, insbesondere zur Theorie der formalen Sprachen und Automaten, zur Berechenbarkeitstheorie und zur Theorie der NP-Vollständigkeit.

Formale Sprachen und Automaten

- Grundbegriffe (Wörter, Sprachen und Grammatiken; die Chomsky-Hierarchie);
- Reguläre Sprachen (endliche Automaten; reguläre Ausdrücke; Gleichungssysteme; das Pumping-Lemma; Satz von Myhill und Nerode und Minimalautomaten; Abschlusseigenschaften und Charakterisierungen regulärer Sprachen);
- Kontextfreie Sprachen (Normalformen; das Pumping-Lemma; Abschlusseigenschaften kontextfreier Sprachen; der Algorithmus von Cocke, Younger und Kasami; Kellerautomaten);
- Deterministisch kontextfreie Sprachen (deterministische Kellerautomaten; Anwendung: Syntaxanalyse durch LL(k)-Parser);
- Kontextsensitive und L_0-Sprachen (Turingmaschinen; linear beschränkte Automaten; Zusammenfassung).

Berechenbarkeit

- Intuitiver Berechenbarkeitsbegriff und die These von Church;
- Turing-Berechenbarkeit;
- LOOP-, WHILE- und GOTO-Berechenbarkeit;
- Primitiv rekursive und partiell rekursive Funktionen (primitiv rekursive Funktionen; die Ackermann-Funktion; allgemein und partiell rekursive Funktionen; der Hauptsatz der Berechenbarkeitstheorie);

- Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit;
- Unentscheidbarkeit (der Satz von Rice; Reduzierbarkeit; das Postsche Korrespondenzproblem; Unentscheidbarkeit in der Chomsky-Hierarchie; Zusammenfassung).

NP-Vollständigkeit

- Probleme in P und NP (deterministische Polynomialzeit; das Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik; nichtdeterministische Polynomialzeit);
- NP-Vollständigkeit und der Satz von Cook.

Teilnahmevoraussetzungen: *Mathematik für Informatik 1*, *Lineare Algebra 1* oder äquivalente Kenntnisse.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den Übungen
(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 10

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:
U. Schöning, *Theoretische Informatik kurz gefasst*, 5. Aufl., Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag (2008).
J. E. Hopcroft, R. Motwani, J. D. Ullman, *Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie*, 2. Aufl., München: Pearson Studium (2002).
K. W. Wagner, *Theoretische Informatik. Eine kompakte Einführung*, 2. Aufl., Berlin/Heidelberg: Springer (2003).
Ergänzende Empfehlungen werden in der Lehrveranstaltung genannt.

Sonstige Informationen:

	Rechnerarchitektur			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Conrad, Prof. Dr. M. Mauve				
Dozierende: Prof. Dr. S. Conrad, Prof. Dr. M. Mauve, J. Golov				
Arbeitsaufwand 210 h	**Leistungspunkte** 7 LP	**Kontaktzeit** 90 h	**Selbststudium** 120 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 3 SWS Übung: 2 SWS Tutorium: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** V: 300 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- die verschiedenen Schichten einer Rechnerarchitektur unter Berücksichtigung ihrer Verbindungen untereinander beschreiben,
- boolesche Funktionen in verschiedenen Formen angeben, auswerten und die Äquivalenz von Funktionen zeigen,
- digitale Schaltungen entwerfen und optimieren,
- mögliche Hazardfehler in digitalen Schaltungen finden und beheben,
- erklären, wie eine CPU/ALU aus elementaren digitalen Schaltungen konstruiert wird und wie sie funktioniert,
- zentrale Funktionen eines Betriebssystems identifizieren,
- die Arbeitsweise zentraler Funktionen eines Betriebssystems an einfachen Beispielen darstellen,
- einfache Assemblerprogramme in x86-Assembler entwickeln.

Inhalte

In diesem Modul wird ein grundlegendes Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise moderner Computer vermittelt. Dabei wird insbesondere auf folgende Themengebiete eingegangen:

- Datendarstellung;
- Boolesche Algebra und digitale Logik;
- Fehlererkennung und -korrektur;
- Mikroarchitektur;
- Grundlagen der Assembler Programmierung;
- Virtueller Speicher.

Teilnahmevoraussetzungen: Es wird davon ausgegangen, dass die Studierenden parallel die Veranstaltung *Programmierung* hören oder über grundlegende Programmierkenntnisse verfügen.

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den Übungen

(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 7

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: A.S. Tanenbaum, T. Austin, *Structured Computer Organization*, 6. Aufl., Boston: Pearson (2013).
P. A. Carter, *PC Assembly Language*, Online (2019).
Ergänzende Empfehlungen werden in der Lehrveranstaltung genannt.

Sonstige Informationen:

	Bachelorarbeit			
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Informatik				
Dozierende: Die Dozierenden der Informatik				
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:

- Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung aus einem selbst gewählten Forschungsbereich unter Anleitung;
- Erwerb des für die Bearbeitung der Fragestellung relevanten Fachwissens aus Fachliteratur und über wissenschaftliche Kommunikation;
- Beherrschung fortgeschrittener, spezieller experimenteller Techniken und/oder theoretischer Methoden;
- Anwendung von Kenntnissen und Fertigkeiten aus Modulen und aus der Fachliteratur auf die Bearbeitung der Fragestellung;
- Beherrschung der für die Fragestellung relevanten Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens;
- wissenschaftliche Arbeit 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. 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 (der Betreuerin).

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Absolvierung aller für den Schwerpunkt Informatik erforderlichen Module des Bereichs *(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* und des Moduls *Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten*. Erwerb von mindestens 55 Leistungspunkten des Schwerpunkts Informatik.

Prüfungsformen: Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse der Bachelorarbeit.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Annahme der Bachelorarbeit

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 24

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Literatur: Ausgewählte Übersichtsartikel; Spezialliteratur zum Thema der Bachelorarbeit.

Sonstige Informationen:

3.3.4. Fachlicher Schwerpunkt Mathematik

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen und Vertiefung			
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1	7	4V + 3Ü	WS
Physik für Naturwissenschaften	8	4V + 2Ü	WS
Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten	4	2V + 1Ü	WS
Naturwissenschaftliches Projektpraktikum	8	8P	WS/SS
Abschlussseminar	3	2S	WS/SS
Lineare Algebra 1	9	4V + 2Ü	WS/SS
Analysis 1	9	4V + 2Ü	WS/SS
Zwischensumme	**48**		
Fachlicher Schwerpunkt Mathematik			
Analysis 2	9	4V + 2Ü	WS/SS
Analysis 3	9	4V + 2Ü	WS
Funktionentheorie	9	4V + 2Ü	SS
Lineare Algebra 2	9	4V + 2Ü	SS
Algebra	9	4V + 2Ü	SS
Stochastik	9	4V + 2Ü	WS
Numerik 1	9	4V + 2Ü	SS
Computergestützte Mathematik zur Linearen Algebra[6]	4	1V + 2Ü	WS
Computergestützte Mathematik zur Analysis oder Computergestützte Mathematik zur Statistik[7]	4	1V + 2Ü	WS/SS
Wahlpflicht Mathematik	9		WS/SS
Proseminar Mathematik	5	2S	WS/SS
Seminar Mathematik	5	2S	WS/SS
Bachelorarbeit	12		WS/SS
Zwischensumme	**102**		
Summe Leistungspunkte	**150**		

In *Wahlpflicht Mathematik* kann dabei aus folgenden Modulen gewählt werden:

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Numerik 2	9	4V + 2Ü	
Wahrscheinlichkeitstheorie	9	4V + 2Ü	
Einführung in die Optimierung	9	4V + 2Ü	
Einführung in die Gruppentheorie	9	4V + 2Ü	
weitere geeignete Module aus dem Bachelorstudiengang Mathematik			

[6] Dieses Modul muss im fachlichen Schwerpunkt Mathematik nicht gewählt werden, wenn im Bereich *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* das Modul *Programmierung* gewählt wurde.

[7] Dieses Modul muss im fachlichen Schwerpunkt Mathematik nicht gewählt werden, wenn im Bereich *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* das Modul *Programmierung* gewählt wurde.

	Analysis 2			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. J. Saal				
Dozierende: Die Dozierenden 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** Sommer- und Wintersemester		**Gruppengröße** V: 300 Ü: ca. 30

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden Resultate der mehrdimensionalen Analysis sowie der gewöhnlichen 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 1*, *Lineare Algebra 1* (empfohlen)

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: H. Amann, J. Escher, *Analysis II*.
R. Denk, R. Racke, *Kompendium der Analysis*, Bd. 1.

Sonstige Informationen:

	Analysis 3			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. J. Saal				
Dozierende: Die Dozierenden 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: *Analysis 1–2*, *Lineare Algebra 1–2* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: H. Amann, J. Escher, *Analysis III*. R. Denk, R. Racke, *Kompendium der Analysis*, Bd. 2.				
Sonstige Informationen:				

	Funktionentheorie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. J. Saal				
Dozierende: Prof. Dr. J. Saal, Prof. Dr. R. 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 1–2* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: R. Remmert, G. Schumacher, *Funktionentheorie 1*. K. Jähnich, *Funktionentheorie*.				
Sonstige Informationen:				

	Lineare Algebra 2			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. S. Schröer				
Dozierende: Die Dozierenden 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 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.

Inhalte

Trigonalisierbarkeit, nilpotente Endomorphismen, verallgemeinerte Eigenräume, Jordansche Normalform, Minimalpolynom, Satz von Cayley-Hamilton, Begleitmatrizen, Bilinear- und Sesquilinearformen, Sylvesters Trägheitssatz, Matrixgruppen, selbstadjungierte und normale Endomorphismen, Tensorprodukte und äußere Algebra, affine und projektive Geometrie.

Teilnahmevoraussetzungen: *Lineare Algebra 1* (empfohlen)

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
(2) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: S. Bosch, *Lineare Algebra*.
G. Fischer, *Lineare Algebra*.

Sonstige Informationen:

	Algebra			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. B. Klopsch				
Dozierende: Prof. Dr. B. Klopsch, Prof. Dr. K. Köhler, Prof. Dr. S. Schröer				
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 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 Gruppen, Isomorphiesätze, zyklische Gruppen, endliche Gruppen, Sylow-Sätze, Ringe, Ideale, Moduln, Primfaktorzerlegung, Lemma von Gauß, Irreduzibilitätskriterien, Körpererweiterungen, algebraische Erweiterungen, der algebraische Abschluss, normale und separable Erweiterungen, endliche Körper, Kreisteilungskörper, Galois-Theorie.				
Teilnahmevoraussetzungen: *Lineare Algebra 1–2* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: S. Bosch, *Algebra*. M. Artin, *Algebra*.				
Sonstige Informationen:				

	Stochastik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Bücher				
Dozierende: Prof. Dr. A. Bücher, Prof. Dr. P. Kern, Prof. Dr. H. 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** Wintersemester		**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 1*, *Lineare Algebra 1* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: N. Henze, *Stochastik für Einsteiger*. U. Krengel, *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statist*ik.				
Sonstige Informationen:				

	Numerik 1			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Helzel				
Dozierende: Prof. Dr. **C.** Helzel, Prof. Dr. F. Jarre, Prof. Dr. A. 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 können abstrakte Algorithmen zu einem konkreten Programm umsetzen. 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 1–2*, *Lineare Algebra 1*, *Computergestützte Mathematik zur linearen Algebra* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: P. Deuflhard, A. Hohmann, *Numerische Mathematik 1*. R. Freund, R. Hoppe, *Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik*.				
Sonstige Informationen:				

	Computergestützte Mathematik zur Linearen Algebra			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Schädle				
Dozierende: Prof. Dr. C. Helzel, Prof. Dr. F. Jarre, Prof. Dr. A. 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 1*, *Lineare Algebra 1* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Prüfung am Rechner				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 4				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: L. Trefethen, D. Bau, *Numerical Linear Algebra*. D. Higham, N. Higham, *Matlab Guide*.				
Sonstige Informationen:				

	Computergestützte Mathematik zur Analysis			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. R. Braun				
Dozierende: Prof. Dr. C. Helzel, Prof. Dr. R. Braun, Prof. Dr. A. 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 1–2, insbesondere Grenzwerte, Integrale und Differentialgleichungen.				
Teilnahmevoraussetzungen: *Analysis 1–2*, *Lineare Algebra 1* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Prüfung am Rechner				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 4				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: http://docs.sympy.org/latest/tutorial/				
Sonstige Informationen:				

	Computergestützte Mathematik zur Statistik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Schwender				
Dozierende: Prof. Dr. H. Schwender				
Arbeitsaufwand 120 h	**Leistungspunkte** 4 LP	**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 75	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 1 SWS Übung: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 50 Ü: 25
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden der Simulation und explorativen Datenanalyse. Die Studierenden können am Rechner mathematisch arbeiten. Sie können geeignete Kommandos auswählen und anwenden sowie die Ergebnisse des Programms kritisch überprüfen.				
Inhalte Einführung in das Programmieren mit R, deskriptive Statistik, grafische Darstellung von Ergebnissen, explorative Datenanalyse, Erstellen von stochastischen Simulationen, praktische Umsetzung des Stoffs aus der Vorlesung Stochastik, dabei insbesondere Kombinatorik, Zufallszahlen und statistische Tests.				
Teilnahmevoraussetzungen: *Stochastik* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 4				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: U. Ligges, *Programmieren mit R*. P. Murrell, *R Graphics*.				
Sonstige Informationen:				

	Numerik 2			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. C. Helzel				
Dozierende: Prof. Dr. C. Helzel				
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** Sommersemester		**Gruppengröße** V: 60 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der numerischen Mathematik. 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 können abstrakte Algorithmen zu einem konkreten Programm umsetzen. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.				
Inhalte Diskretisierung von Randwertproblemen; iterative Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme; schnelle Fourier-Transformation; Eigenwertprobleme.				
Teilnahmevoraussetzungen*: Analysis 1–2*, *Lineare Algebra 1*, *Computergestützte Mathematik zur linearen Algebra*, *Numerik 1* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: P. Deuflhard, A. Hohmann, *Numerische Mathematik 1*. J. Stoer, R. Bulirsch, *Numerische Mathematik 2*.				
Sonstige Informationen:				

	Wahrscheinlichkeitstheorie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Bücher				
Dozierende: Prof. Dr. A. Bücher, Prof. Dr. P. Kern				
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** ca. alle 2 Semester		**Gruppengröße** V: 60 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Wahrscheinlichkeitstheorie. Sie sind in der Lage, dazu 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 Wahrscheinlichkeitstheorie, Maß- und Integrationstheorie, Produktmaße und Unabhängigkeit, Konvergenz von Zufallsvariablen, starkes Gesetz der großen Zahlen, Fourier-Transformation, zentraler Grenzwertsatz von Lindeberg-Feller, bedingte Erwartung, Martingale, Stoppzeiten.				
Teilnahmevoraussetzungen*: Analysis 1–3* (*Analysis 3* kann parallel gehört werden), *Lineare Algebra 1–2*, *Stochastik* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur oder mündliche Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (3) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (4) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: A. Bauer, *Wahrscheinlichkeitstheorie*. A. Klenke, *Wahrscheinlichkeitstheorie*.				
Sonstige Informationen:				

	Einführung in die Optimierung			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. F. Jarre				
Dozierende: Prof. Dr. F. Jarre				
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** ca. alle 4 Semester		**Gruppengröße** V: 60 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Optimierung. Sie sind in der Lage, dazu 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 und lösen Programmieraufgaben zur Optimierung.				
Inhalte Anfangsgründe der Optimierung: Lineare Programme, Simplexmethode, Sensitivität, innere-Punkte-Verfahren, nichtrestringierte Minimierung, stochastische Optimierung, Einführung in die Spieltheorie.				
Teilnahmevoraussetzungen*: Analysis 1–2*, *Lineare Algebra 1–2*, *Numerik 1* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur oder mündliche Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: K. Borgwardt, *Optimierung, Operations Research und Spieltheorie*. F. Jarre, J. Stoer, *Optimierung*.				
Sonstige Informationen:				

	Einführung in die Gruppentheorie			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. B. Klopsch				
Dozierende: Prof. Dr. B. Klopsch				
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** ca. alle 10 Semester		**Gruppengröße** V: 60 Ü: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Gruppentheorie. Sie sind in der Lage, dazu 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 Anfangsgründe der Gruppentheorie: Kompositionsreihen; freie Gruppen und Gruppenpräsentationen; abelsche, nilpotente und auflösbare Gruppen; endliche Permutationsgruppen; lineare Darstellungen von Gruppen; Erweiterungstheorie und Kohomologie.				
Teilnahmevoraussetzungen*: Lineare Algebra 1–2, Algebra* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Klausur oder mündliche Prüfung				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen (2) Bestehen der Modulprüfung				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 9				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: H. Kurzweil, B. Stellmacher, *Theorie der endlichen Gruppen: Eine Einführung*. D. Robinson, *A course in the theory of groups*.				
Sonstige Informationen:				

	Proseminar Mathematik			
Modulverantwortliche/r: Der Prüfungsausschussvorsitz				
Dozierende: Die Dozierenden des Mathematischen Instituts				
Arbeitsaufwand 150 h	**Leistungspunkte** 5 LP	**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 120 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommer- und Wintersemester		**Gruppengröße**
Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Abschnitte aus einer einfachen mathematischen Monographie oder Originalarbeit zu durchdringen und den Inhalt in einem Vortrag zu präsentieren. Sie beteiligen sich bei solchen Vorträgen als Zuhörer aktiv durch Diskussionsbeiträge.				
Inhalte Wird vom (von der) Dozierenden bekannt gegeben.				
Teilnahmevoraussetzungen*: Lineare Algebra 1–2, Analysis 1–2* (empfohlen)				
Prüfungsformen: Vortrag				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige Teilnahme und Vortrag in einem Proseminar Ebenfalls möglich ist die Absolvierung eines Seminars, Praktikums im Fach Mathematik oder eines externen Praktikums.				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Wird vom (von der) Dozierenden bekannt gegeben.				
Sonstige Informationen:				

	Seminar Mathematik			
Modulverantwortliche/r: Der Prüfungsausschussvorsitz				
Dozierende: Dozierende des Mathematischen Instituts				
Arbeitsaufwand 150 h	**Leistungspunkte** 5 LP	**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 120 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommer- und Wintersemester		**Gruppengröße**

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Abschnitte aus einer Originalarbeit oder mathematischen Monographie zu durchdringen und den Inhalt in einem Vortrag zu präsentieren. Sie beteiligen sich bei solchen Vorträgen als Zuhörer aktiv durch Diskussionsbeiträge.

Die Studierenden werden auf die Bachelorarbeit vorbereitet und halten einen Vortrag zum Themenbereich der Bachelorarbeit.

Inhalte

Wird vom (von der) Dozierenden bekannt gegeben.

Teilnahmevoraussetzungen: Wird vom (von der) Dozierenden bekannt gegeben.

Prüfungsformen: Vortrag

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Regelmäßige Teilnahme und Vortrag

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 0

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Wird vom (von der) Dozierenden bekannt gegeben.

Sonstige Informationen:

	Bachelorarbeit			
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Mathematik				
Dozierende: Die Dozierenden der Mathematik				
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:

- Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung aus einem selbst gewählten Forschungsbereich unter Anleitung;
- Erwerb des für die Bearbeitung der Fragestellung relevanten Fachwissens aus Fachliteratur und über wissenschaftliche Kommunikation;
- Beherrschung fortgeschrittener, spezieller experimenteller Techniken und/oder theoretischer Methoden;
- Anwendung von Kenntnissen und Fertigkeiten aus Modulen und aus der Fachliteratur auf die Bearbeitung der Fragestellung;
- Beherrschung der für die Fragestellung relevanten Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens;
- wissenschaftliche Arbeit 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. 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 (der Betreuerin).

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Absolvierung aller für den Schwerpunkt Mathematik erforderlichen Module des Bereichs *(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* und des Moduls *Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten*. Erwerb von mindestens 76 Leistungspunkten des Schwerpunkts Mathematik.

Prüfungsformen: Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse der Bachelorarbeit.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Annahme der Bachelorarbeit

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 24

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Literatur: Ausgewählte Übersichtsartikel; Spezialliteratur zum Thema der Bachelorarbeit.

Sonstige Informationen:

3.3.5. Fachlicher Schwerpunkt Physik

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen und Vertiefung			
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1	7	4V + 3Ü	WS
Physik für Naturwissenschaften	8	4V + 2Ü	WS
Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten	4	2V+1Ü	WS
Naturwissenschaftliches Projektpraktikum	8	8P	WS/SS
Abschlussseminar	3	2S	WS/SS
Analysis 1	9	4V + 2Ü	WS/SS
Lineare Algebra 1	9	4V + 2Ü	WS/SS
Physikalisches Grundpraktikum 1	5	4P	WS/SS
Elektrizität und Magnetismus	6	4V + 1Ü	SS
Zwischensumme	**59**		
Fachlicher Schwerpunkt Physik			
Analysis 2[8] oder Mathematische Methoden 2	9 (6)	4V + 2Ü	WS/SS
Theoretische Mechanik	8	4V + 2Ü	SS
Theoretische Elektrodynamik	8	4V + 2Ü	WS
Experimentelle Atomphysik	6	4V + 1Ü	SS
Quantenmechanik	8	4V + 2Ü	SS
Statistische Mechanik	8	4V + 2Ü	WS
Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum	7	6P	WS/SS
Seminar zur Physik	3	2S	WS/SS
Wahlpflicht Physik	12		WS/SS
Spezialisierung	6		WS
Bachelorarbeit	12		WS/SS
Zwischensumme	**87 (84)**		
Summe Leistungspunkte	**146 (143)**		

In *Wahlpflicht Physik* kann dabei aus folgenden Modulen gewählt werden:

Modul	ECTS	SWS	WS/SS
Mathematische Methoden der Physik 2	6	4V + 2Ü	SS
Elektronik	6	2V + 4P	WS
Experimentelle Thermodynamik	6	4V + 1Ü	SS
Experimentelle Festkörperphysik	6	4V + 1Ü	WS
Kern- und Elementarteilchenphysik	6	4V + 1Ü	SS
Physikalisches Programmierpraktikum	6	2V + 3P	WS

[8] Modulbeschreibung im Kapitel *Fachlicher Schwerpunkt Mathematik*

	Theoretische Mechanik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Pukhov				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik				
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

- Fundierte Kenntnis der Konzepte und Erkenntnisse der Theoretischen Mechanik gemäß der Inhaltsangabe;
- Anwendung der Kenntnisse aus den Modulen Mathematische Methoden der Naturwissenschaften sowie Analysis 1 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

- 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 Naturwissenschaften 1*, *Analysis 1*, *Physik für Naturwissenschaften* (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: 8

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: L. Landau, E. Lifschitz, *Lehrbuch der theoretischen Physik 1: Mechanik*, Akademie-Verlag (1979).

Sonstige Informationen:

Theoretische Elektrodynamik

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dr. C. Müller

Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	90 h	150 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS	Wintersemester	V: ca. 200 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- 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 Naturwissenschaften 1*, *Elektrizität und Magnetismus*, *Analysis 1–2*, *Theoretische Mechanik*, *Physik für Naturwissenschaften* (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: 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).

Sonstige Informationen:

Experimentelle Atomphysik

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz

Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
180 h	6 LP	75 h	105 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS	Sommersemester	V: ca. 200 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- 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 Naturwissenschaften 1*, *Physik für Naturwissenschaften*, *Elektrizität und Magnetismus*, *Analysis 1*, *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: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:
H. Haken, H. C. Wolf, *Atom- und Quantenphysik*, 8. Aufl., Berlin: Springer (2003).
W. Demtröder, *Experimentalphysik 3. Atome, Moleküle und Festkörper*, Berlin: Springer (2000).
T. Mayer-Kuckuk, Atomphysik. Eine Einführung, Teubner (1997).
Bergmann-Schaefer, *Lehrbuch der Experimentalphysik 4. Bestandteile der Materie*, Berlin: De Gruyter (2003).

Sonstige Informationen:

Quantenmechanik

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. H. Löwen

Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
240 h	8 LP	90 h	150 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS	Sommersemester	V: ca. 250 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- 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 Naturwissenschaften 1, Elektrizität und Magnetismus, Analysis 1, Lineare Algebra 1, Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik, Physik für Naturwissenschaften* (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: 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).

Sonstige Informationen:

	Statistische Mechanik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. R. Egger				
Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik				
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

- 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

- Fundamentalbeziehungen, Hauptsätze;
- Eulergleichung;
- Gibbs-Duhem-Beziehung;
- Thermodynamische Potenziale, 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 Naturwissenschaften 1*, *Analysis 1*, *Lineare Algebra 1*, *Theoretische Mechanik* (inhaltlich)

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: 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).

Sonstige Informationen:

	Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik				
Arbeitsaufwand 210 h	**Leistungspunkte** 7 LP	**Kontaktzeit** 90 h	**Selbststudium** 120 h	**Dauer** 1–2 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommer- und Wintersemester		**Gruppengröße** Zweiergruppen

Lernergebnisse/Kompetenzen

- Erlernen von zentralen fortgeschrittenen experimentellen Fertigkeiten und Techniken, die in der Physik eine grundlegende Rolle spielen;
- Kennenlernen des Alltags zweier experimenteller 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

- 5 methodenorientierte (zentrale) Versuche
- 2 forschungsorientierte (dezentrale) Versuche in einer Arbeitsgruppe

Teilnahmevoraussetzungen: *Physikalisches Grundpraktikum 1* (formell), *Physik für Naturwissenschaften, Elektrizität und Magnetismus, Experimentelle Atomphysik* (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: 7

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Versuchsanleitungen; weitere Literatur wird zu den einzelnen Versuchen speziell angegeben.

Sonstige Informationen:

	Seminar zur Physik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. A. Görlitz				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik				
Arbeitsaufwand 90 h	**Leistungspunkte** 3 LP	**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar: 2 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommer- und Wintersemester		**Gruppengröße** S: 30
Lernergebnisse/Kompetenzen: • Vortragen eines vorgegebenen wissenschaftlichen Themas im Rahmen des Seminars. • Führen einer wissenschaftlichen Diskussion als Dozent und als Mitglied des Auditoriums.				
Inhalte: • 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 1* und *2* (formell)				
Prüfungsformen: Benoteter Seminarvortrag				
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Teilnahme am Seminar (2) Bestandener Seminarvortrag				
Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 3				
Unterrichtssprache: Deutsch				
Literatur: Spezialliteratur zur Thematik des Seminarvortrags.				
Sonstige Informationen:				

	Spezialisierung			
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Physik				
Dozierende: Die Dozierenden der Physik				
Arbeitsaufwand 180 h	**Leistungspunkte** 6 LP	**Kontaktzeit**	**Selbststudium**	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Angeleitetes Lernprojekt		**Häufigkeit des Angebots** Sommer- und Wintersemester		**Gruppengröße** i. d. R. Einzelbetreuung

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- 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: Schriftlicher Bericht, mündliche Prüfung, schriftliche Prüfung oder Seminarvortrag (wird vom Dozenten oder der Dozentin bekannt gegeben).

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:
(1) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Weiterführende Monographien, Übersichtsartikel und Dissertationen aus dem gewählten Spezialgebiet.

Sonstige Informationen:

Mathematische Methoden der Physik 2

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dr. C. Müller

Dozierende: Die Dozierenden der Theoretischen Physik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
180	6 LP	90 h	90 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS	Sommersemester	V: ca. 250 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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 1*;
- Beispielanwendungen der erlernten Methoden in der Physik;
- Eigenständiges Lösen und Vermitteln typischer Probleme und Aufgaben aus der Experimentellen Mechanik in den Übungsgruppen.

Inhalte

- Vektoranalysis;
- Einfache partielle Differentialgleichungen;
- Separation der Variablen;
- Komplexe Zahlen, elementare Funktionentheorie;
- Variationsprinzipien;
- Fourier-Reihen;
- Green'sche Funktionen.

Teilnahmevoraussetzungen: *Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1* (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: 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 Hochschultaschenbücher (1975).

Sonstige Informationen:

	Elektronik			
Modulverantwortliche/r: PD Dr. M. Cerchez, Dr. A. Nevsky				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik				
Arbeitsaufwand	**Leistungspunkte**	**Kontaktzeit**	**Selbststudium**	**Dauer**
180	6 LP	75 h	105 h	1 Semester
Lehrveranstaltungen		**Häufigkeit des Angebots**		**Gruppengröße**
Vorlesung: 2 SWS		Wintersemester		V: 250
Praktikum: 3 SWS				P: 15

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- 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;
- Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik (Zahlensysteme, Kodes, 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: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

S. Goßner, Grundlagen der Elektronik, Shaker.
W. Reinhold, Elektronische Schaltungstechnik, Hanser.
P. Horowitz, W. Hill, *Die hohe Schule der Elektronik*, Bd. 1 (*Analogtechnik*), Elektor.
W. Gehrke, M. Winzker, K. Urbanski, R. Woitowitz, *Digitaltechnik: Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller*, Springer Vieweg.
E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst, *Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler*, Springer Vieweg.

Sonstige Informationen:

	Experimentelle Thermodynamik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. O. Willi				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik				
Arbeitsaufwand 180	**Leistungspunkte** 6 LP	**Kontaktzeit** 75 h	**Selbststudium** 105 h	**Dauer** Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester		**Gruppengröße** V: ca. 200 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- 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 der Naturwissenschaften 1–2*, *Physik für Naturwissenschaften* (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: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:
C. Gerthsen, H. O. Kneser, H. Vogel, *Physik*.
W. Demtröder, *Experimentalphysik 1*.
L. Bergmann, C. Schäfer, *Lehrbuch der Experimentalphysik*, Bd. 1.
M. Alonso, E. J. Finn, *Physics*.
H. Benson, *University Physics*.

Sonstige Informationen:

	Experimentelle Festkörperphysik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. T. Heinzel				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik				
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

- 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

- Kristallstrukturen (Gitter und Kristalle, Reziprokes Gitter, experimentelle Kristallstrukturbestimmung, Strukturfaktor);
- Kristallschwingungen (mechanische Wellenausbreitung, Phononendispersion, 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 Domänen, Hysterese, Spinwellen);
- Supraleitung (Messner-Ochsenfeld Effekt, Cooper-Paare).

Teilnahmevoraussetzungen: *Physik für Naturwissenschaften*, *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: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

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, *Lehrbuch der Experimentalphysik*, Bd. 6, De Gruyter (2005).
Gross, Marx, *Festkörperphysik*, Oldenbourg (2012).
Hunklinger, *Festkörperphysik*, Oldenbourg (2009).

Sonstige Informationen:

Kern- und Elementarteilchenphysik

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Büscher

Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
180 h	6 LP	75 h	105 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 4 SWS Übung: 1 SWS	Sommersemester	V: ca. 150 Ü: 20–30

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- 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;
- Neutrinophysik;
- Quantenelektrodynamik, starke und schwache Wechselwirkung.

Teilnahmevoraussetzungen: *Physik für Naturwissenschaften*, *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: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

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).

Sonstige Informationen:

	Physikalisches Programmierpraktikum			
Modulverantwortliche/r: PD Dr. G. Lehmann				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik				
Arbeitsaufwand 180 h	**Leistungspunkte** 6 LP	**Kontaktzeit** 75 h	**Selbststudium** 105 h	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung: 2 SWS Übung: 3 SWS		**Häufigkeit des Angebots** Wintersemester		**Gruppengröße** 15–20

Lernergebnisse/Kompetenzen

- Kenntnisse grundlegender Programmiertechniken (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

- 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 Naturwissenschaften 1–2* (inhaltlich)

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Bearbeitung von monatlichen Projekten im Lauf der Vorlesung
(2) Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum
(3) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Sonstige Informationen:

	Bachelorarbeit			
Modulverantwortliche/r: Die Dozierenden der Physik				
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:

- Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung aus einem selbst gewählten Forschungsbereich unter Anleitung;
- Erwerb des für die Bearbeitung der Fragestellung relevanten Fachwissens aus Fachliteratur und über wissenschaftliche Kommunikation;
- Beherrschung fortgeschrittener, spezieller experimenteller Techniken und/oder theoretischer Methoden;
- Anwendung von Kenntnissen und Fertigkeiten aus Modulen und aus der Fachliteratur auf die Bearbeitung der Fragestellung;
- Beherrschung der für die Fragestellung relevanten Instrumente und Konzepte wissenschaftlichen Arbeitens;
- wissenschaftliche Arbeit 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. 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 (der Betreuerin) und soll in einem engen Bezug zum von dem (der) Studierenden gewählten Spezialisierung stehen.

Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Absolvierung aller für den Schwerpunkt Physik erforderlichen Module des Bereichs *(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen* und des Moduls *Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten*. Erwerb von mindestens 64 Leistungspunkten des Schwerpunkts Physik.

Prüfungsformen: Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse der Bachelorarbeit.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Annahme der Bachelorarbeit

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 24

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Literatur: Ausgewählte Übersichtsartikel; Spezialliteratur zum Thema der Bachelorarbeit.

Sonstige Informationen:

3.4. Ergänzungsbereich

Im (4) *Ergänzungsbereich* können die Studierenden ausgewählte Module belegen, die entweder einem anderen als ihrem eigenen fachlichen Schwerpunkt oder keinem der bestehenden Schwerpunktbereiche zugeordnet sind. Dazu zählen insbesondere Module, die in den Bachelorstudiengängen Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik im ersten Studienjahr angeboten werden. Der Zugang zu diesen Modulen kann von der erfolgreichen Absolvierung anderer Module abhängig sein und insbesondere bei Modulen, die Praktika beinhalten, kann die Anzahl an Teilnehmern aus dem Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften limitiert sein. Im Folgenden ist eine Liste beispielhafter Module aufgeführt, die sich im Hinblick auf die Inhalte und fachlichen Anforderungen gut in den Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften einfügen. Des Weiteren eignen sich Module der Studierendenakademie[9] (Programm im LSF), insbesondere des Studium Universale.

Modul	Fach	ECTS	SWS	WS/SS
Zell- und Molekularbiologie[10]	Biologie	8	4V + 2Ü	WS
Einführung in die Physikalische Chemie	Chemie	4	3V	WS
Chemie der Elemente[11]	Chemie	8	4V + 2Ü	SS
Grundlagen der Biochemie[11]	Chemie	8	2V + 1Ü + 6P	WS
Analysis 2[12]	Mathematik	9	4V + 2Ü	WS/SS
Numerik 1[12]	Mathematik	9	4V + 2Ü	SS
Stochastik[12]	Mathematik	9	4V + 2Ü	WS
Rechnerarchitektur[13]	Informatik	7	3V + 2Ü + 1T	WS
Algorithmen und Datenstrukturen[13]	Informatik	10	4V + 2Ü	WS
Mathematische Methoden der Physik 2[14]	Physik	6	4V + 2Ü	SS
Theoretische Mechanik[14]	Physik	8	4V + 2Ü	SS
Physikalisches Grundpraktikum 2	Physik	6	6P	WS/SS
Elektronik[14]	Physik	6	2V + 4P	WS
Grundlagen der Medizinischen Physik	Physik	6	4V + 1Ü	WS

Eine Verpflichtung zur Wahl von Modulen im (4) *Ergänzungsbereich* besteht nicht, sofern ein Studierender aus den anderen drei Bereichen mindestens 180 Leistungspunkte erworben hat.

[9] https://www.studierendenakademie.hhu.de/
[10] Modulbeschreibung im Kapitel *Fachlicher Schwerpunkt Biologie*
[11] Modulbeschreibung im Kapitel *Fachlicher Schwerpunkt Chemie*
[12] Modulbeschreibung im Kapitel *Fachlicher Schwerpunkt Mathematik*
[13] Modulbeschreibung im Kapitel *Fachlicher Schwerpunkt Informatik*
[14] Modulbeschreibung im Kapitel *Fachlicher Schwerpunkt Physik*

Im Folgenden sind die Modulbeschreibungen derjenigen Module des (4) *Ergänzungsbereichs* aufgeführt, die ausschließlich in diesem Bereich gewählt werden können.

Einführung in die Physikalische Chemie

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Schmitt

Dozierende: Prof. Dr. M. Schmitt

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
120 h	4 LP	45 h	75 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Vorlesung: 3 SWS	Wintersemester	V: 300

Lernergebnisse/Kompetenzen

- Die Studierenden erwerben ein Verständnis für grundlegenden Zusammenhänge bei physikalisch chemischen Prozessen durch Vorlesungsversuche mit Auswertung der gemessenen Zusammenhänge in Formelbeziehungen.
- Sie sind in der Lage physikalische Ansätze auf Problemstellungen in der Chemie anzuwenden.
- Sie verstehen das Verhalten von Stoffen bei Zustandsänderungen und wenden gelernte Zusammenhänge in den Übungen und in der Diskussion der Modellkonzepte an.
- Die Studierenden können Modelle zur Lösung von grundlegenden Problemen der Reaktionskinetik anwenden.
- Die Studierenden können das Konzept des Welle-Teilchen-Dualismus auf verschiedene Fragestellungen des Aufbaus der Materie anwenden.

Inhalte

- Von der Messung zur Formel und zum Modell, SI-Einheiten;
- Gasgesetze: Empirische Gasgesetze und das ideale Gas, Boltzmann-Gesetz, Molwärme und Freiheitsgrade, der Gleichverteilungssatz, Wärmeleitung, Äquivalenz von Energieformen;
- Chemische Gleichgewichte, Massenwirkungsgesetz;
- Formale Reaktionskinetik: Reaktionsgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsgleichung, grundlegende Messmethoden, Ordnung und Molekularität;
- Komplexere Reaktionsmechanismen, Quasistationarität;
- Grundlagen der Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten;
- Grundlegende Experimente zum Aufbau der Materie;
- Atome, Moleküle und ihre Bausteine;
- Das Konzept der Wellenfunktion und die Unschärferelation;
- Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Atomen und Molekülen.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Prüfungsformen: Klausur

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung und Übungen
(2) Schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben
(3) Bestehen der Modulprüfung

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 4

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

P. W. Atkins, J. De Paula, J. J. Keeler, *Physikalische Chemie*, 6. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2022).
H.-J. Freund, G. Wedler, *Lehrbuch der Physikalischen Chemie*, 6., vollst. überarb. u. aktual. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH (2012).
W. J. Moore, D. O. Hummel, *Physikalische Chemie*, 2., durchges. u. verb. Aufl., Berlin: De Gruyter (1986).
G. M. Barrow, G. W. Herzog, *Physikalische Chemie I-III*, 6., ber. Aufl., Heidelberg: Vieweg (1984).
H. Kuhn, H.-D. Försterling, D. H. Waldeck, *Principles of Physical Chemistry*, 2. Aufl., New York: John Wiley & Sons (2009).

Sonstige Informationen: Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

Physikalisches Grundpraktikum 2

Modulverantwortliche/r: PD Dr. G. Lehmann

Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
180	6 LP	90 h	120 h	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Projektpraktikum: 6 SWS	Sommer- und Wintersemester	P: ca. 6

Lernergebnisse/Kompetenzen

- 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

- Planung eines kleinen Forschungsprojekts;
- Umfassende Durchführung des kleinen Projekts in einer Arbeitsgruppe von ca. 6 Studierenden;
- Vorstellung der Projektergebnisse in Form eines Posters.

Teilnahmevoraussetzungen: *Physik für Naturwissenschaften*, *Elektrizität und Magnetismus* (inhaltlich), *Physikalisches Grundpraktikum 1* (formell)

Prüfungsformen: Mündliche Modulabschlussprüfung in Form einer Disputation der Studierenden mit 2 Prüfern.

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul:

(1) Bestehen der Modulprüfung
(2) Erfolgreiche Absolvierung der Disputation
(3) Posterpräsentation

Gewichtungsfaktor für die Gesamtnote: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Spezialliteratur zum jeweiligen Projekt.

Sonstige Informationen:

	Grundlagen der Medizinischen Physik			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. M. Getzlaff				
Dozierende: Die Dozierenden der Experimentalphysik				
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

- 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

- Biomechanik: Statik, Dynamik und Hydrodynamik;
- Physik der Sinne;
- Ultraschall;
- Bio-Elektromagnetismus;
- Ionisierende Strahlung;
- Röntgendiagnostik;
- Nuklearmedizin;
- Magnetresonanz-Tomographie.

Teilnahmevoraussetzungen: *Physik für Naturwissenschaften*, *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: 6

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur: Bille, Schlegel, *Medizinische Physik*, Bd. 1-3, Springer (2001, 2004, 2005).
Zabel, *Medical Physics*, Bd. 1 u. 2, De Gruyter (2017).
Skript zur Vorlesung,

Sonstige Informationen:

4. Beispielstudienpläne

Aufgrund der großen Wahlmöglichkeiten im Bachelorstudiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften lässt sich kein einheitlicher Studienplan festlegen. Insbesondere in der Einführungsphase, aber auch in der Vertiefungsphase erfolgt daher die Studienplanung individuell. Die Studierenden werden dabei durch die Studiengangskoordinatorin unterstützt.

Im Folgenden werden einige Beispielstudienpläne vorgestellt, für die eine Überschneidungsfreiheit der Veranstaltungen gewährleistet wird. Diese Beispielstudienpläne sollen der Orientierung der Studierenden dienen.

4.1. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Biologie

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1 4V + 3Ü, **7 LP**	Datenbanken: Eine Einführung 2V + 2Ü, **5 LP**	Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten 2V + 1Ü, **4 LP**	Genetik 2V + 1Ü, **4 LP**	Naturwissenschaftliches Projektpraktikum 8P, **8 LP**	Abschlussseminar 2S, **3 LP**
Physik für Naturwissenschaften 4V + 2Ü, **8 LP**	Elektrizität und Magnetismus 4V + 1Ü, **6 LP**	Programmierung 4V + 2Ü, **10 LP**	Praktikum – Genetik 4P, **4 LP**	Biochemie 3V + 1Ü, **5 LP**	Vertiefungsmodul 2 2V + 6P, **9 LP**
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Prinzipien der Organischen Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Zell- und Molekularbiologie 4V + 2Ü, **8 LP**	Entwicklungsbiologie 2V + 1Ü + 2P, **6 LP**	Biophysik, 3V + 1Ü, **5 LP**	Bachelorarbeit **12 LP**
Mikrobiologie 3V, **5 LP**	Zoologie 4V + 4P, **10 LP**	Tierphysiologie 3V + 1Ü + 2P, **8 LP**	Pflanzenphysiologie 2V + 1Ü + 3P, **8 LP**	Vertiefungsmodul 1, 1V + 6P + 1S, **9 LP**	[Ergänzungsbereich ca. 6 LP][*]
Praktikum – Mikrobiologie 3P + 1Ü, **4 LP**			Ökologie und Evolution 3V + 1Ü + 1P, **6 LP**	[Ergänzungsbereich ca. 4 LP][*]	
32 LP	**29 LP**	**30 LP**	**28 LP**	**31 LP**	**30 LP**

Bereich	Leistungspunkte
(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen	69
(2) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung	15
(3) Fachlicher Schwerpunkt Biologie	86
(4) Ergänzungsbereich	10
SUMME	**180**

V = Vorlesung
Ü = Übung
P = Praktikum
S = Seminar
LP = Leistungspunkte

[*] z. B. Einführung in die Physikalische Chemie, Grundlagen der Medizinischen Physik, Physikalisches Programmierpraktikum (WS); Chemie der Elemente, Mathematische Methoden 2 (SS)

4.2. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Chemie

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1 4V + 3Ü, **7 LP**	Datenbanken: Eine Einführung 2V + 2Ü, **5 LP**	Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten 2V + 1Ü, **4 LP**	Vom Atom zur kondensierten Materie 3V + 1Ü + 4P, **8 LP**	Naturwissenschaftliches Projektpraktikum 8P, **8 LP**	Abschlussseminar 2S, **3 LP**
Physik für Naturwissenschaften 4V + 2Ü, **8 LP**	Prinzipien der Organischen Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Programmierung 4V + 2Ü, **10 LP**	Thermodynamik und Kinetik 3V + 1Ü + 3P, **7 LP**	Fortgeschrittene Physikalische Chemie 3V + 1Ü + 7P, **10 LP**	Qualifizierungsmodul 2V + 1Ü + 6P, **8 LP**
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Chemie der Elemente 4V + 2Ü, **8 LP**	Organisch-Chemisches Synthesepraktikum, 12P, **8 LP**	Analytische Methoden (Wahlpflicht) 2V + 2Ü + 2P, **6 LP**	Einführung in die Quanten- und Computerchemie (Wahlpflicht) 3V + 1Ü + 4P, **8 LP**	Bachelorarbeit **12 LP**
Praktika Allgemeine und Anorganische Chemie 12P, **7 LP**	Praktikum zur Chemie der Elemente 12P, **8 LP**	Vertiefte Organische Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Elementorganische Chemie (Wahlpflicht) 2V + 1Ü + 6P, **8 LP**	[Ergänzungsbereich* ca. 4 LP]	[Ergänzungsbereich* ca. 6 LP]
Allgemeine Botanik und Zoologie für Naturwissenschaften 2V, **3 LP**					
33 LP	**29 LP**	**30 LP**	**29 LP**	**30 LP**	**29 LP**

Bereich	Leistungspunkte
(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen	56
(2) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung	15
(3) Fachlicher Schwerpunkt Chemie	99
(4) Ergänzungsbereich	10
SUMME	**180**

V = Vorlesung
Ü = Übung
P = Praktikum
S = Seminar
LP = Leistungspunkte

* z. B. Elektrizität und Magnetismus (SS); Grundlagen der Biochemie, Prinzipien der Makromolekularen Chemie, Zell- und Molekularbiologie (WS)

4.3. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Informatik

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1 4V + 3Ü, **7 LP**	Analysis 1 4V + 2Ü, **9 LP**	Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten 2V + 1Ü, **4 LP**	Grundlagen der Computernetzwerke 2V + 2Ü, **5 LP**	Naturwissenschaftliches Projektpraktikum 8P, **8 LP**	Abschlussseminar 2S, **3 LP**
Physik für Naturwissenschaften 4V + 2Ü, **8 LP**	Programmierpraktikum 1 2Ü + 2PÜ + 2T, **10 LP**	Mikrobiologie 3V, **5 LP**	C-Programmierung für Algorithmen und Datenstrukturen 2V + 2Ü, **5 LP**	Programmierpraktikum 2 **10 LP**	Bachelorarbeit **12 LP**
Programmierung 4V + 2Ü, **10 LP**	Datenbanken: Eine Einführung 2V + 2Ü, **5 LP**	Lineare Algebra 1 4V + 2Ü, **9 LP**	Theoretische Informatik 4V + 2Ü, **10 LP**	Rechnerarchitektur (Wahlbereich Informatik) **7 LP**	Wahlbereich Informatik **10 LP**
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Elektrizität und Magnetismus 4V + 1Ü, **6 LP**	Algorithmen und Datenstrukturen 4V + 2Ü, **10 LP**	Data Science 4V + 2Ü, **10 LP**	[Ergänzungsbereich* ca. 5 LP]	[Ergänzungsbereich* ca. 4 LP]
33 LP	**30 LP**	**28 LP**	**30 LP**	**30 LP**	**29 LP**

Bereich	Leistungspunkte
(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen	77
(2) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung	15
(3) Fachlicher Schwerpunkt Informatik	79
(4) Ergänzungsbereich	9
SUMME	**180**

V = Vorlesung
Ü = Übung
P = Praktikum
PÜ = Praktische Übung
T = Tutorium
S = Seminar
LP = Leistungspunkte

* z. B. Elektronik, Grundlagen der Medizinischen Physik (WS); Physikalisches Grundpraktikum I (SS)

4.4. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Mathematik

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1 4V + 3Ü, **7 LP**	Elektrizität und Magnetismus 4V + 1Ü, **6 LP**	Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten 2V + 1Ü, **4 LP**	Numerik 1 4V + 2Ü, **9 LP**	Naturwissenschaftliches Projektpraktikum 8P, **8 LP**	Abschlussseminar 2S, **3 LP**
Physik für Naturwissenschaften 4V + 2Ü, **8 LP**	Datenbanken: Eine Einführung 2V + 2Ü, **5 LP**	Mikrobiologie 3V, **5 LP**	Algebra 4V + 2Ü, **9 LP**	Analysis 3 4V + 2Ü, **9 LP**	Numerik 2 (Wahlpflicht Mathematik) 4V + 2Ü, **9 LP**
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Analysis 1 4V + 2Ü, **9 LP**	Physikalisches Grundpraktikum 1 6P, **5 LP**	Funktionentheorie 4V + 2Ü, **9 LP**	Stochastik 4V + 2Ü, **9 LP**	Seminar Mathematik 2S, **5 LP**
Lineare Algebra 1 4V + 2Ü, **9 LP**	Lineare Algebra 2 4V + 2Ü, **9 LP**	Analysis 2 4V + 2Ü, **9 LP**	Proseminar Mathematik 2S, **5 LP**	Computergestützte Mathematik zur Analysis 1V + 2Ü, **4 LP**	Bachelorarbeit **12 LP**
		Computergestützte Mathematik zur Linearen Algebra 1V + 2Ü, **4 LP**			[Ergänzungsbereich min. 1 LP][*]
32 LP	**29 LP**	**27 LP**	**32 LP**	**30 LP**	**32 LP**

Bereich	**Leistungspunkte**
(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen	62
(2) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung	15
(3) Fachlicher Schwerpunkt Mathematik	102
(4) Ergänzungsbereich	1
SUMME	**180**

V = Vorlesung
Ü = Übung
P = Praktikum
S = Seminar
LP = Leistungspunkte

[*] z. B. Computergestützte Mathematik zur Statistik

4.5. Beispielstudienplan – Schwerpunkt Physik

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 1 4V + 3Ü, **7 LP**	Lineare Algebra 1 4V + 2Ü, **9 LP**	Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten 2V + 1Ü, **4 LP**	Experimentelle Atomphysik 4V + 1Ü, **6 LP**	Naturwissenschaftliches Projektpraktikum 8P, **8 LP**	Abschlussseminar 2S, **3 LP**
Physik für Naturwissenschaften 4V + 2Ü, **8 LP**	Genetik 2V + 1Ü, **4 LP**	Analysis 1 4V + 2Ü, **9 LP**	Quantenmechanik 4V + 2Ü, **8 LP**	Experimentelle Festkörperphysik (Wahlpflicht Physik) 4V + 1Ü, **6 LP**	Spezialisierung **6 LP**
Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie 4V + 2Ü, **8 LP**	Physikalisches Grundpraktikum 1 6P, **5 LP**	Theoretische Elektrodynamik 4V + 2Ü, **8 LP**	Theoretische Mechanik 4V + 2Ü, **8 LP**	Statistische Mechanik 4V + 2Ü, **8 LP**	Bachelorarbeit **12 LP**
Programmierung 4V + 2Ü, **10 LP**	Elektrizität und Magnetismus 4V + 1Ü, **6 LP**	Physikalisches Programmierpraktikum (Wahlpflicht Physik) 2V + 3P, **6 LP**	[Ergänzungsbereich* ca. 5 LP]	Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum 6P, **7 LP**	[Ergänzungsbereich* ca. 6 LP]
	Mathematische Methoden der Naturwissenschaften 2 4V + 2Ü, **6 LP**	[Ergänzungsbereich* ca. 4 LP]		Seminar zur Physik 2S, **3 LP**	
33 LP	**30 LP**	**31 LP**	**27 LP**	**32 LP**	**27 LP**

Bereich	Leistungspunkte
(1) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Grundlagen	66
(2) Mathematisch-Naturwissenschaftliche Vertiefung	15
(3) Fachlicher Schwerpunkt Physik	84
(4) Ergänzungsbereich	15
SUMME	**180**

V = Vorlesung
Ü = Übung
P = Praktikum
S = Seminar
LP = Leistungspunkte

* z. B. Computergestützte Mathematik zur Linearen Algebra, Biophysik (WS); Experimentelle Thermodynamik, Kern- und Elementarteilchenphysik, Data Science (SS)

V403	V403 - Genomik und Molekularbiologie der Pflanzen Genomics and Molecular Biology of Plants		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Peter Westhoff (west@hhu.de)			**Stand:** 06.08.2021
Dozierende Dr. Karin Ernst und Dr. Stefanie Schulze			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Karin Ernst (karin.ernst@hhu.de) Dr. Stefanie Schulze (stefanie.schulze@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Wintersemester	**Gruppengröße** 6 Gruppen a 2 Personen	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können grundlegende Konzepte und Methoden der Genomik und Molekularbiologie der Pflanzen beschreiben und erklären. Sie führen unter Anleitung einfache molekularbiologische und genetische Experimente/Techniken aus. Sie dokumentieren präzise die durchgeführten Versuche und werten sie aus, bzw. bewerten sie. Die Studierenden können selbstständig und sachgerecht mit den grundlegenden Messgeräten und anderen Apparaturen bzw. Instrumenten aus dem Labor umgehen. Die Studierenden sind in der Lage mit wissenschaftlichen Texten zu arbeiten und deren Inhalte verständlichen in einem Vortrag darzustellen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

- Molekularbiologische und genomische Methoden: Restriktionsenzyme, Rekombinationsklonierung, Klonierungsvektoren, PCR, cDNA-Klonierung
- Transkriptionelle Genregulation im Kern und der Plastide (Promotoren, Enhancer, allgemeine und regulatorische Transkriptionsfaktoren, differentielle Genexpression)
- Posttranskriptionelle Genregulation im Kern und der Plastide: RNA-Prozessierung (5'-und 3'-Modifizierungen von Transkripten, Introns und RNA-Spleißen, RNA-Editerung), Translationskontrolle (Translationszyklus, RNA-Qualitätskontrolle), regulatorische RNAs

Praktikum:

(1) Amplifzierung von DNA mittels PCR; Reaktionsbedingungen und Primeranalyse
(2) Klonierung von DNA und Sequenzanalyse.
(3) Transformation: Bakterien: *E.coli* und *Agrobacterium tumefaciens*; Pflanzen: *Nicothiana benthamiana*

(4) Analyse von RNA: semi-quantitative RT-PCR.
(5) Proteinanalytik: SDS-Gelelektrophorese und Immunoblotting.
(6) Mikroskopie
(7) Datenbankrecherche und Sequenzanalyse

Seminar:

- Gateway-Klonierung
- Realtime PCR
- RNA Sequenzierung der Next and Third Generation
- Transkriptionsfaktoren; Klassen und Wirkungsweise
- Regulatorische RNAs (SiRNA, microRNA)
- Transposons
- CRISPR/Cas
- C4 Photosynthese
- Hefe-Zwei-Hybrid-System, Split-YFP

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)
(3) Kompetenzbereich Präsentation: Erarbeitung des Stoffes, Darstellung der Inhalte, Vortrag und Diskussion (10%)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
(4) Teilnahme am Seminar und Absolvieren eines Seminarvortrages

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor, Bachelor International und Quantitative Biologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelorstudiengang Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
( ) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
(x) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V404	V404 - Allgemeine Mikrobiologie General Microbiology

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Michael Feldbrügge (feldbrue@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Michael Feldbrügge			**Fachsemester:** 5. - 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Michael Feldbrügge (feldbrue@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Sommersemester, Fenster 1 und 2	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen umfassende Kenntnisse der Molekularbiologie der Phagen, Bakterien und eukaryontischen Mikroorganismen. Die Studierenden können klassische und grundlegende gentechnologische Methoden bei Mikroorganismen anwenden, deren theoretischer Hintergrund den Studierenden in der Vorlesung vorgestellt wurde. Die Studierenden können die experimentellen Vorgaben umsetzen und die einzelnen Versuchsschritte durchführen. Die Studierenden können selbstständig und sachgerecht mit den grundlegenden Messgeräten und anderen Apparaturen bzw. Instrumenten aus dem Labor umgehen. Studierende können ihre Ergebnisse protokollieren und mithilfe aktueller Literatur diskutieren. Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema der
allgemeinen Mikrobiologie eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Bacteriophagen: Aufbau, Zyklen, Transduktion, Plaques, Eclipse, temperente Phagen, Lambda-Regulation, Konversion, Phage display, Anwendungen; Bakteriengenetik: Mutation, Rekombination, Auxotrophie, Konjugation, Transformation, Transduktion, Kompetenz, Plasmide, Cosmide, artifizielle Hefechromosomen, Klonierung, Anwendungen; Zelloberfläche der Bakterien: Strukturen/Biosynthese LPS, Fimbrien, Flagellen, Phasenvariation durch Rekombination, Methylierung, Insertion/Deletion; Chemotaxis-Formen/Ablauf/2- Komponentensystem, Transport-Poren, Symport, Phosphotransferase, Bindeprotein- Abhängigkeit; klassische Hefegenetik: Entwicklung, Komplementation, Rekombination, Plasmide, Mitochondrien; Molekulargenetik der Hefe: Genetische Elemente, Vektoren, Genregulation; Molekularbiologie: Klonierungsstrategien, PCR. Bakterielle Regulation: Transkription, Zwei-Komponentensysteme, Quorum sensing, Operon. Genomik: Genomsequenzierung, Annotation.

Praktikum:

Bakterien-Anreicherung aus dem Boden; Enzymtests, Bakterien-Transformation; Ames-Test; mutagene Substanzen, Penicillin-Anreicherung von Mutanten; Isolierung von Phagen aus Abwasser; Plaquemorphologie, Phagen-Transduktion am Beispiel von P1; Hefekreuzung, Komplementation, mitotische Rekombination, Genselektion, Auxotrophiemarker; Aminosäurepermeasen, Genklonierung; Zweihybridsystem, alkoholische Gärung

Seminar:
Anhand von Lehrbüchern und Originalpublikationen werden methodische Aspekte der allgemeinen Mikrobiologie besprochen, die in engem Zusammenhang mit den Themen der Vorlesung und des Praktikums stehen. Studierende halten einen Vortrag und diskutieren das Vorgestellte in der Gruppe.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. - 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundkenntnisse in der Mikrobiologie aus Bio240 werden vorausgesetzt

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich „Wissen“ (70% der Note): Schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich „Dokumentation“ (30% der Note): Protokoll: Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
Die Abschlussnote und damit die Vergabe von Leistungspunkten setzt sich zusammen aus:
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs „Wissen“
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorbesprechung und Praktikum
(3) Abgabe eines wissenschaftlich einwandfreien Protokolls innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens
(4) Seminarvortrag

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
( ) Deutsch
( ) Englisch
(x) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V406	V406 - Der Zellkern: Struktur, Funktion und seine Rolle bei neurodegenerativen Aggregat-erkrankungen
	The Cell Nucleus: Functional Organization and its Role in Neurodegenerative Diseases

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Anna von Mikecz (mikecz@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Anna von Mikecz			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Annette Piechulek (annette.piechulek@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Winter- und jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 4	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der funktionellen Organisation des Zellkerns beschreiben und das erworbene Methodenwissen praktisch anwenden. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche präzise dokumentieren, auswerten und bewerten. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachlicher Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen
Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte
Vorlesung:
(1) Einführung in nucleäre Prozesse: DNA-Reparatur, Transkription, Spleißen der RNA, nucleozytoplasmatischer Transport, nucleäre Domänen / Mikroumgebungen, nucleäre Proteolyse.
(2) Einführung in den Proteinabbau durch das Ubiquitin-Proteasomen System; Abgrenzung zur lysosomalen Proteolyse, Autophagie und dem Proteinabbau in Mitochondrien.
(3) Störung der Proteinhomeostase als Ursache von intrazellulärer Proteinaggregation, amyloider Proteinfibrillierung und Pathomechanismen neurodegenerativer Aggre-gaterkrankungen.
(4) Das neurale System des Fadenwurms *Caenorhabditis elegans*; die Bedeutung von *C. elegans* als Tiermodell für Neurodegeneration und Neurotoxizität.

Praktikum: (1) Indirekte Immunfluoreszenz von endogenen Proteinen und Reporter - *C. elegans* mittels verschiedener mikroskopischer Methoden und Auswertung der Daten mit Analysesoftware. (2) Durchführung biochemischer Fraktionierungen von *C. elegans* und Charakterisierung von Proteinen mittels Western Blotting. (3) Analyse von Komponenten des Ubiquitin-Proteasomen Systems sowie proteasomaler Aktivität in *C. elegans*. (4) Kultivierung von *C. elegans* und Beobachtung von neuralen Verhaltensphänotypen. *Seminar:* Ausgewählte Original- und Übersichtsarbeiten zur funktionellen Organisation des Zellkerns, dem Ubiquitin-Proteasomen System und Proteinaggregations-Erkrankungen.
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Keine
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (80 % der Note): mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums; (2) Kompetenzbereich Dokumentation (20 % der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente); (3) Kompetenzbereich Präsentation (10 % der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrags.
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen; (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum; (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht; (4) Halten eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt.
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Ort: IUF - Leibniz Institut für umweltmedizinische Forschung

V409	V409 - Molekulare Populationsgenetik Molecular Population Genetics		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Martin Beye (Martin.Beye@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Martin Beye			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Martin Beye (Martin.Beye@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können gängige molekularmethodische Techniken (PCR, Restriktionen, Klonierungen, Sequenzierungen) anwenden, um Nukleotidsequenzen von Genen zu generieren. Sie können einfache Hypothesen entwickeln und sie unter Anwendung von Experimenten und statistischen Tests überprüfen. Die Studierenden können Sequenzdaten analysieren und die Ursachen und Verteilung von Sequenzunterschieden in Genen erläutern. Sie kennen die theoretischen Grundlagen der Genetik und Populationsgenetik. Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema der molekularen Populationsgenetik eine zielgruppengerechte Präsentation zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung und praktisches Arbeiten im Labor und im Rechenzentrum, Präsentation

Inhalte

Vorlesung:

1) Vielfalt von Merkmalen in Populationen, Bedeutung von Polymorphismen (Krankheiten, Anpassung, Geschichte der Menschwerdung, QTL-Kartierung), Nachweis von Polymorphismen (vom Organismus bis zur DNA), neue Sequenzierungs-Methoden beschreiben.
2) erklären, welche Mechanismen den Grad und die Verteilung der Polymorphismen bestimmen.
3) die Prozesse Mutation, Selektion, genetische Drift, „gene flow“theoretisch, experimentell und anhand von Beispielen erläutert.
3) die Bedeutung für die Sequenzevolution von Genen zwischen Arten und innerhalb der Art. Beispiele: die Populationsstruktur des Menschen: Menschwerdung, Gene bei der Honigbiene und der Taufliege: Funktions-/Selektionsbeziehung.
4) Populationsgenetische Verfahren zum Nachweis der Selektion in DNA -Sequenzen, Abweichung von der neutralen Erwartung (Theorie und Beispiele): McDonald-Kreitman-Test, nonsynonymous to synonymous ratios, Tajima’s D.

Praktikum:

1) Die Studenten erlernen grundlegende molekulargenetische Techniken.
2) Die Studenten erlernen die selbstständige Analyse von Sequenzinformationen, das

Generieren von Hypothesen, Modellbildung und die Anwendung gängiger statistischer Tests.

3) Die Studenten erlernen den Umgang mit gängigen populationsgenetischen Programmen (u.a. Mega, DnaSp), um Sequenzunterschiede an eigenen PC-Arbeitsplätzen zu analysieren. Die verwendeten Algorithmen werden erläutert und statistische Testverfahren kennengelernt. Ferner wird der Umgang mit Datenbanken (u.a. NCBI, FlyBase, Prosite) geschult.
4) Die Studenten erlernen, die Funktion und evolutionäre Geschichte von Genen aufgrund der Sequenzinformation vorherzusagen.

Seminar:

Vortragsreihe über die evolutionäre Entstehung von Entwicklungsprozessen und Krankheiten, Geschichte von Arten.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein

Inhaltlich: Grundkenntnisse in Genomorganisation werden vorausgesetzt.

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich "Wissen" (80% der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich "Wissenschaftliches Präsentieren" (20% der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen des Kompetenzbereichs "Wissen" (Klausur)
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum und Präsentation seiner Ergebnisse als Kurzvortrag
(3) Seminarvortrag

Zuordnung zum Studiengang

Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote

Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache

(x) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen

Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V410	V410 - Gundlagen der eukaryotischen Mikrobiologie 2
	V410 – Principles of Eucaryotic Microbiology 2

Modulverantwortliche/r apl. Prof. Dr. Ursula Fleig (fleigu@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 18.11.2022
Dozierende apl. Prof. Dr. Ursula Fleig			**Fachsemester:** Ab 5.
Modulorganisation apl. Prof. Dr. Ursula Fleig (fleigu@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Häufigkeit des Angebots** Jedes Sommersemester Fenster noch nicht bekannt	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die Inhalte der Vorlesung und die Theorie der praktischen Versuche wiedergeben und erklären. Die im Praktikum verwendeten Geräte können die Studenten bedienen und die zugrunde liegende Theorie erklären. Die Methoden des Praktikums können die Studierenden auf andere Fragen theoretisch und praktisch anwenden.

Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Einführung in Pilze als Teil des Ökosystems, Lebenszyklus von Modellhefen; Zellzykluskontrolle; Chromosomenzyklus mit Schwerpunkt Mitose; Zellmorphogenese; Hefegenome: Struktur und Aufbau; Evolution des Genoms, Genduplikationen und Fitness; moderne und klassische Methoden der Analyse von Hefeproteinen; Funktion von konservierten Proteinen und Netzwerken via klassischer und reverser Genetik.

Praktikum:

Komplementation einer konditional-letalen Mitose-Mutante: Isolierung der Hefe-Genbank- Plasmid DNA aus E. coli, Transformation der Genbank in einen temperatur-sensitiven Hefestamm und Selektion auf Wachstum unter nicht permissiven Bedingungen. Isolierung der supprimierenden Plasmide aus der Hefe, Amplifikation in E. coli, Identifikation des Wildtypgens mittels Restriktionsenzym- und PCR-Analyse.

Strukturelle Grundlagen von Hefe-Zellformen: Mikrotubulizytoskelett- und Aktinzytoskelett-Mutanten von Schizosaccharomyces pombe, Bestimmung der Defekte mittels (i) Phasen-Kontrast-Mikroskopie (ii) Färbung des Aktin- und Mikrotubuli-Zytoskeletts; Fluoreszenzmikroskopie. Klonierung eines heterologen Gens in einen E. coli/S. pombe Shuttlevektor via homologer Rekombination in Sacharomyces cerevisiae, Isolation des Plasmids aus Hefezellen, Transformation und Amplifikation in E. coli, Plasmid Präparation und Restriktionsenzymanalyse. *Seminar* Pilze in der Biotechnologie/Medizin/Nahrung/Baumaterial
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein, Modulprüfung Bio240 Mikrobiologie muss erfolgreich absolviert sein, V-Modul 411 darf nicht Teil des Studiums gewesen sein. **Inhaltlich:** Keine
Prüfungsformen (1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich Anwendung des erworbenen Wissens (15% der Note): Übungsaufgaben zu Experimenten aus dem Praktikum (3) Kompetenzbereich wissenschaftliches Präsentieren (15% der Note): Seminarpräsentation inklusive Hand-out
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt entsprechend der Kreditpunkte (CP) gewichtet in die Gesamtnote ein.
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Das Modul wird zentral über LSF vergeben.

V411	V411 - Gundlagen der eukaryotischen Mikrobiologie I Principles of Eucaryotic Microbiology I		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Ursula Fleig (fleigu@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Ursula Fleig,			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Ursula Fleig (fleigu@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 2	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können nach erfolgreichen Abschluss des Moduls die Inhalte der Vorlesung und die Theorie der praktischen Versuche
wiedergeben und erklären. Die im Praktikum verwendeten Geräte können die
Studenten bedienen und die zugrunde liegende Theorie erklären. Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende wissenschaftliche Fragestellungen der Mikrobiologie der Eukaryoten zu erläutern.

Lehrformen
Vorlesung, Praktikum

Inhalte
Vorlesung:
Zellwachstum und polarisierte Zellform: Rolle des Mikrotubuli- und Aktin-Cytoskeletts. Intrinsische und extrinsische Kontrolle des Zellwachstums. Zellzyklus und Zellzykluskontrolle. Mitose und Aneuploidievermeidung. Hefe als eukaryotisches Modellsystem.
Praktikum:
Wachstum von Hefen: Wachstumskurven, Bestimmung der Generationszeit unter unterschiedlichen Bedingungen, vegetative Vermehrung, haploide, diploide Hefen, Paarung, Dimorphismus und filamentöses Wachstum, Eintritt in die Meiose und Sporulation, Kreuzungen mit Tetraden- und Random-Spore-Analysen, Auxotrophie-Selektionsmarker.
Zellzyklus der Hefen: Zellzyklusmutanten (cdc) von *S. cerevisiae* und *S. pombe*, Bestimmung der Zellzyklus-Stadien von wild-typischen und arretierten cdc Mutanten mittels Mikroskopie und Durchflusszytometrie.
Genetik der Hefen: Komplementation einer konditional-letalen Mutante mittels einer Hefe-Genbank, Transformation der Genbank und Selektion der Genbankplasmide in den relevanten Hefestamm; Selektion auf Wachstum unter konditionalen Bedingungen;.
Isolierung der supprimierenden Plasmide aus der Hefe, Amplifikation in E.coli, Restriktionsenzymanalyse und DNA-Sequenzanalyse sowie bioinformatorische Analyse.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein.
Inhaltlich: keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich Anwendung des erworbenen Wissens (30% der Note): Übungsaufgaben zu Experimenten aus dem Praktikum
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum und der Vorlesung (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V413	V413 - Genetische Grundlagen der Musterbildung während der Entwicklung von Invertebraten
	Genetic Mechanisms of Pattern Formation during Invertebrate Development

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Thomas Klein (Thomas.Klein@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 27.03.2019
Dozierende Prof. Dr. Thomas Klein (Thomas.Klein@uni-duesseldorf.de), Dr. André Bachmann (Andre.Bachmann@uni-duesseldorf.de)			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation **Dr. André Bachmann (Andre.Bachmann@uni-duesseldorf.de)**			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Winter- und Sommersemester, Fenster 1	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Mechanismen der Musterbildung bei *Drosophila melanogaster* zu beschreiben und zu erklären. Sie können eigenständig ausgewählte genetische und histochemische Experimente entwicklungsbiologischer Art durchführen.

Lehrformen
Vorlesung, Praktikum mit eigenständiger Versuchsdurchführung, Anfertigung eines Essays über die im Praktikum untersuchten Musterbildungsprozesse. Dabei werden die im Praktikum erzielten Ergebnisse und Bilder eingearbeitet.

Inhalte
Im Modul werden grundlegende Prinzipien und Strategien der Musterbildung exemplarisch am Beispiel des Modellorganismus *Drosophila melanogaster* untersucht. Die Studierenden lernen hierbei genetische und histochemische Analysetechniken wie Antikörperfärbung, X-Gal- Färbung, in situ Hybridisierung, Mosaikanalyse und Methoden der ektopischen Genexpression kennen. Darstellung und Auswertung erfolgen u.a. unter Verwendung moderner lichtmikroskopischer Verfahren (Fluoreszenz- und Konfokalmikroskopie).

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein.
Inhaltlich: keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich 'Wissen' (70% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich 'Anwendung erworbenen Wissens' (30% der Note): Bewertung des Essays

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
- regelmässige Teilnahme
- Bestehen der Klausur zum Kompetenzbereich 'Wissen'

Die durchgeführten Versuche müssen vollständig und inhaltlich korrekt in Form eines Essays präsentiert werden (Kompetenzbereich 'Anwendung erworbenen Wissens')

Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V415	V415 - Molekularbiologische Techniken am Beispiel von Drosophila melanogaster
	Molecular Techniques in *Drosophila melanogaster*

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Thomas Klein (Thomas.Klein@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 27.03.2019
Dozierende Prof. Dr. Thomas Klein, Dr. André Bachmann			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. André Bachmann (Andre.Bachmann@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Winter- und Sommersemester, Fenster 3	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Verfahren zur Identifizierung und Charakterisierung eines Gens zu erklären und anzuwenden. Hierfür führen Sie am Beispiel von *Drosophila melanogaster* eigenständig molekularbiologische, biochemische und histochemische Experimente durch. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum mit eigenständiger Versuchsdurchführung, Anfertigung eines Praktikumsprotokolls

Inhalte

Allgemeine genetische, molekularbiologische und biochemische Methoden für die Genidentifizierung und -charakterisierung von der Mutation zum Gen. In praktischen Versuchen führen die Studierenden unter Anleitung selbständig biochemische, zell- und molekularbiologische Techniken wie z.B. Western-, Southern- und Northern-Blotting, Antikörperfärbung, in situ Hybridisierung, inverse PCR, Präparation von Nukleinsäuren und DNA-Klonierung durch.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich 'Wissen' (70% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich 'Anwendung erworbenen Wissens' (30% der Note): Bewertung des Praktikumsprotokolls

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

- regelmäßige Teilnahme
- Bestehen der Klausur zum Kompetenzbereich 'Wissen'
- Die durchgeführten Versuche müssen vollständig und inhaltlich korrekt in Form eines Praktikumsprotokolls beschrieben werden (Kompetenzbereich 'Anwendung erworbenen Wissens')

Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V416	V416 - Transkriptionskontrolle in Vertebraten Transcriptional Control in Vertebrates

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Judith Haendeler (juhae001@hhu.de), PD Dr. Joachim Altschmied (joalt001@hhu.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende PD Dr. Joachim Altschmied, Prof. Dr. Judith Haendeler, Dr. Niloofar Ale-Agha, Dr. Nadine Dyballa-Rukes, Dr. Karin Aufenvenne, Christine Goy			**Fachsemester:** 5. - 6.
Modulorganisation PD Dr. Joachim Altschmied (Joachim.Altschmied@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 6	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

In dem Modul werden die Grundlagen der Transkriptionskontrolle in Vertebraten sowie eine Auswahl experimenteller Techniken erarbeitet. Ziel ist es den Teilnehmern sowohl theoretisches und praktisches Grundlagenwissen auf diesem Gebiet, als auch spezifische Arbeitstechniken zu vermitteln. Durch die geringe Teilnehmerzahl ist eine intensive Betreuung gewährleistet.
Nach erfolgreichem Bestehen des Moduls können die Studierenden die Grundlagen der Transkriptionskontrolle in Vertebraten erklären. Zudem können sie die im Modul erlernten experimentellen Techniken zur Analyse der Transkriptionsregulation bei Vertebraten anwenden und die damit erhobenen Daten auswerten und diskutieren. Basierend auf den in der Vorlesung vorgestellten Techniken sind sie ferner in der Lage, weitere experimentelle Ansätze zu beschreiben und geeignete Methoden zur Klärung spezifischer Fragestellungen im Kontext der Modulthematik auszuwählen.
Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen.
Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe in englischer Sprache vorzutragen.

Lehrformen

Praktikums-begleitende Vorlesung
Praktikum mit eigenständiger Versuchsdurchführung in Zweier-/Dreiergruppen
Seminarvortrag (Powerpoint-Präsentation) jedes Praktikumsteilnehmers

Inhalte

Die Expression spezifischer Gene nimmt eine zentrale Rolle in der Ausprägung zellulärer Eigenschaften und der Reaktion von Zellen auf externe Signale ein. Sie wird zu einem Großteil auf Ebene der Transkription reguliert. In diesem Modul werden grundlegende Mechanismen der Transkriptionsregulation in Vertebraten besprochen und entsprechende Versuche mit "state-of-the-art" Methoden durchgeführt.
Vorlesung:

Das Praktikum wird begleitet von einer täglich stattfindenden, ca. einstündigen Vorlesung, in welcher zum Einen der theoretische Hintergrund (regulatorische DNA-Sequenzen: Promotoren, Enhancer, Transkriptionsfaktoren: Aufbau, Regulation, Signaltransduktion von der Zelloberfläche zum Zellkern, Chromatinstruktur) und zum Anderen Techniken zur Analyse transkriptionsregulatorischer Prozesse in Vertebraten und der daran beteiligten Moleküle besprochen werden.

Praktikum:

Im praktischen Teil, der in Zweier- oder Dreiergruppen durchgeführt wird, wird ein Ausschnitt aus dem theoretisch abgehandelten Methodenspektrum vermittelt. Während einer Woche wird die Sequenz-spezifische DNA Bindung von Transkriptionsfaktoren mit Hilfe von Transfektionen von Reporterkonstrukten in eine Säugerzelllinie und nachfolgender Analyse der Expression des Reportergens in einem enzymatischen Assay nachgewiesen. Im zweiten Abschnitt wird die Translokation eines Transkriptionsfaktors, der durch einen externen Stimulus aktiviert wird, vom Cytoplasma in den Zellkern durch Fluoreszenzmikroskopie untersucht. Parallel dazu wird das Protein biochemisch nach Fraktionierung eines Zelllysats in cytoplasmatischen und nukleären Anteil in einem Western blot nachgewiesen.

Die Durchführung der Praktikumsversuche muss in einem Protokoll dokumentiert werden, welches innerhalb von 3 Wochen nach Praktikumsende abgegeben sein muss.

Seminar:

Zudem muss jede(r) Teilnehmer(in) einen Teilaspekt des Themengebietes in einem Seminarvortrag (Powerpoint-Präsentation) in englischer Sprache vorstellen, die Themen und ausgewählte Literatur werden rechtzeitig vor Modulbeginn vom Lehrpersonal ausgegeben.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. - 4. Sem.) müssen absolviert sein, ein Nachweis hierfür (Vorlage der Transkripte) muss rechtzeitig vor Modulbeginn erbracht werden.

Inhaltlich: Grundkenntnisse zu DNA- und Proteinstruktur, Transkription und Translation werden vorausgesetzt.

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich Wissen (50% der Note): mündliche Abschlussprüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (25% der Note): Protokoll mit Auswertung und Diskussion der durchgeführten Experimente
(3) Kompetenzbereich Präsentation (25% der Note): Ausarbeiten und Halten eines Seminarvortrags

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Regelmäßige Teilnahme an Vorlesung und Praktikum (max. 1 Fehltag)
(2) Rechtzeitige Abgabe (3 Wochen nach Praktikumsende) eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation genügt
(3) Halten eines Seminarvortrags
(4) Bestehen der Abschlussprüfung zum Kompetenzbereich Wissen

Zuordnung zum Studiengang

Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote

Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V418	V418 - Genetische und molekulare Prinzipien bei Mikroorganismen
	Genetic and Molecular Principles of Microorganisms

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Johannes H. Hegemann (johannes.hegemann@hhu.de)			**Stand:** 01.03.2021
Dozierende Prof. Dr. Johannes H. Hegemann; Dr. Katja Mölleken (johannes.hegemann@hhu.de); (katja.moelleken@hhu.de)			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Johannes H. Hegemann (johannes.hegemann@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 10	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können grundlegende genetische und molekulare Prinzipien zellbiologischer Prozesse bei Hefen und pathogenen Bakterien beschreiben und erläutern. Sie können unter Anleitung auf Grundlage eines Praktikumskriptes einfache genetische, biochemische und molekularbiologische Experimente durchführen. Die Studierenden können selbstständig und sachgerecht mit den grundlegenden Messgeräten und Apparaturen aus dem Labor umgehen und deren zugrundeliegende Theorie erläutern. In einem Protokoll dokumentieren die Studierenden die durchgeführten Versuche und Ergebnisse und werten diese aus. Die Studierenden erarbeiten und halten einen Seminarvortrag. Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen,
zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

(1) Grundlegende Konzepte der Genome eukaryotischer und prokaryotischer Mikroorganismen. Biologie zirkulärer und linearer Chromosomen. Grundlagen der Zellteilung bei Einzellern. Zellzyklusregulation in Pro- und Eukaryoten. Vorwärts-Genetik (Generierung von und Arbeit mit Mutanten + Phänotypen); Reverse Genetik (Genzerstörung über homologe Rekombination).

(2) Zelltypen bei Hefen. Paarungstyp und Paarungstypwechsel bei Hefen. Molekulare Schaltprozesse am Paarungstyplokus. Regulationsmechanismen Zelltyp-spezifischer Gengruppen (Paarungstyp a und α; haploid; diploid). Aufbau von Eu- und Heterochromatin.

(3) Zell-Zell Kommunikation am Beispiel der Hefepaarung. Der Signalweg vom sekretierten Hormon bis zur Genregulation im Zellkern. Trimere G-Proteine. MAP Kinase Kaskade. Plasmogamie, Karyogamie.

(4) Pathogenitätsmechanismen bei Bakterien. Bakterielle Oberflächenstrukturen und deren Funktion. Endo- und Exotoxine: cytotoxische Toxine. A-B-Toxine. Superantigene. Genomaspekte der Pathogenität: Pathogenitätsinseln, Virulenzplasmide. Typ-III- Sekretionsapparat. Pathogenitätsfaktoren. Adhäsion und Internalisierung. Intrazelluläre Entwicklungsprinzipien von Pathogenen. Chlamydiale Infektionszyklus und Effektorproteine.

Praktikum:

(1) Morphologische + genetische Charakterisierung von Zellzyklusmutanten.
(2) Expression und Phänotypisierung chlamydialer Effektorproteine in Humanzellen.
(3) Paarungstypbestimmung in *Saccharomyces cerevisiae*.
(4) Rekombinante Proteinexpression in und Affinitätsaufreinigung aus Bakterien.

Seminar:

Vortragsreihe über diverse experimentelle Methoden und deren Theorie in der modernen Biologie.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich ´Wissen` (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich ´Dokumentation` (15 % der Note): Protokoll (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)
(3) Kompetenzbereich ´Wissenschaftliches Präsentieren` (15 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen des Kompetenzbereichs ´Wissen`
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
(4) Seminarvortrag

Zuordnung zum Studiengang

Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote

Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache

(x) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen

Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/
Die Modulbeschreibung gilt für die Varianten A und B, da sich diese inhaltlich gleichen. Eine Belegung beider Kurse ist nicht möglich.

V419	V419 - Grundlagen der Genomanalyse Fundamentals of Genome Analysis		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. William Martin (bill@hhu.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende Prof. Dr. William Martin, Dr. Nicole Grünheit			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Nicole Grünheit (nicole.gruenheit@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 1	**Gruppengröße** 32	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können gängige Programme zum Umgang mit molekularen Sequenzdaten nennen und deren Funktionsweise beschreiben. Sie können Informationen aus biologischen Datenbanken abrufen und interpretieren. Die Studierenden können verschiedene Programme zur phylogenetischen Analyse auf Sequenzdaten anwenden und die Ergebnisse kommentieren.

Lehrformen
Vorlesung oder seminaristischer Unterricht mit praktischen Übungen

Inhalte
Arbeiten mit dem Betriebssystem Linux und der Kommandozeile.

Abrufen von Information aus biologischen Datenbanken.

Bedienung und Arbeitsweise von Programmen zur Analyse von Sequenzdaten, wie ClustalW, PHYLIP, PhyML und EMBOSS.

Weitere Informationen sind unter folgender Internetseite verfügbar:

www.molevol.hhu.de/unsere-lehre/bioinformatik/v-modul-419-grundlagen-der-genomanalyse-ss.html

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (50% der Note): Schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (am letzten Praktikumstag)
(2) Kompetenzbereich Anwendung des erworbenen Wissens (50% der Note): Abtestat, Absolvierung praktischer Aufgaben (am letzten Praktikumstag)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Modul
(2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(3) Bestehen des Kompetenzbereichs Anwendung des erworbenen Wissens

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Informatik

Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V422	V422 - Photo-oxidativer Stress in Pflanzen Photo-oxidative Stress in Plants		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Peter Jahns (pjahns@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Peter Jahns			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Peter Jahns (pjahns@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 2	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Mechanismen und physiologischen Prozesse im Zusammenhang mit photo-oxidativem Stress beschreiben und erklären. Sie sind in der Lage, verschiedene analytische Methoden (z.B. Chlorophyll-Fluoreszenzspektroskopie, Photometrie, HPLC) zu nutzen, um photo-oxidativen Stress in Pflanzen zu charakterisieren. Die Studierenden erlernen dabei verschiedene analytische Methoden und den selbständigen Umgang mit verschiedenen Messgeräten aus dem Labor. Sie können das Erlernte anwenden, um die Empfindlichkeit von Pflanzen gegenüber Lichtstress und die Bedeutung photoprotektiver Mechanismen zu beurteilen. Die Studierenden können sich anhand von Primärliteratur und Übersichtsartikeln die Grundlagen zu einem aktuellen Forschungsthema erarbeiten und lernen dabei verschiedenste moderne experimentelle Arbeitsmethoden kennen. Sie können dargestellte Versuchsergebnisse interpretieren und im Vergleich mit anderen Forschungsergebnissen den aktuellen Wissensstand und die zentralen Fragestellungen beurteilen. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine
zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Anfertigung von Referaten und Protokollen, Präsentationen

Inhalte

Vorlesung:

Einführung in das Stresskonzept (Grundbegriffe, Stresstoleranz, Stressvermeidung, Akklimatisation, Adaptation); Bodeneigenschaften; Mineralstoffe, Grundlagen der Photosynthese: Aufbau der Photosytseme, Lichtsammlung und Energiedissipation; Übersicht über biotische und abiotische Stressfaktoren; Lichtstress: Schwankungen des Lichtangebotes, Sonnen- und Schattenpflanzen, Lichteffektkurve, Reaktive Sauerstoffspezies (Bildung und Reaktionen mit Biomolekülen), Pflanzliche Antioxidantien (Ascorbat, Tocopherol, Glutathion), Methoden zur Analyse von photo-oxidativem Stress (Bestimmung von Lipidperoxidation, Energidissipation; Wasserstress: Physikalische und chemische Eigenschaften von Wasser, Wasserpotential, Wasserverfügbarkeit und Boden, Physiologische Veränderungen unter Wassermangel, Rolle der Abscisinsäure (Synthese, Signaltransduktion, Rezeptoren),

Wasserüberschuss (Staunässe, Anpassungsstrategien); Temperaturstress: Schwankungen der Temperatur, Aktivierungsenergie und Arrheniusdiagramm, Temperatur und Membraneigenschaften, Hitzestress, Hitzeschockproteine, Kältestress und Kälteschädigungen, Temperatur-Sensoren und Signalwege, Froststress und Eisbildung

Praktikum:
Quantifizierung von Antioxidantien (Ascorbat, Glutathion, Tocopherol, Carotinoide); Charakterisierung der Wärmedissipation von Anregungsenergie in Pflanzen (Chlorophyll- Fluoreszenz Analysen zur Quantifizierung der Energiedissipation und der Photosynthese), Temperaturabhängigkeit des photosynthetischen Elektronentransportes und der Energiedissipation, Photo-oxidativer Stress und Photoinhibition von Photosystem II, Regulation des photosynthetischen Elektronentransportes (pH und Temperatur), Trennung und Quantifizierung von Carotinoiden.

Seminar:
Aktuelle Literatur zur pflanzlichen Stressphysiologie mit den Schwerpunkten Wasser-, Temperatur- und Lichtstress. Darin werden verschiedenste molekulare, biochemische, physiologische und biophysikalische Methoden beschrieben bzw. angewendet und erläutert.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion der durchgeführten wissenschaftlichen Experimente)
(3) Kompetenzbereich Präsentation (10% der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrages

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme an den praktischen Übungen
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
(4) Halten eines Seminarvortrages

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein.
9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
( ) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
(x) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/
Vorlesungsskripte und begleitende Literatur werden über das ILIAS-Portal zur Verfügung gestellt. Das begleitende Seminar ist nur im Rahmen des Moduls belegbar.

V423	V423 - Molekulare Biophysik: Röntgenstrukturanalyse Molecular Biophysics: X-ray Structure Analysis		
Modulverantwortliche/r PD Dr. Joachim Granzin (j.granzin@fz-juelich.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende PD Dr. Renu Batra-Safferling, PD Dr. Oliver H. Weiergräber, Pd Dr. Joachim Granzin, Prof. Dr. Jörg Labahn			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation PD Dr. Joachim Granzin (j.granzin@fz-juelich.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 8	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Das Modul wird Grundkenntnisse in der Röntgenstrukturanalyse vermitteln, sodass die Studenten in der Lage sein werden, u. a. Publikationen über Proteinstruktur und -funktion zu verstehen und im Kontext angemessen zu beurteilen.

Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen
Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema der Strukturbiologie eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Im Detail werden folgende Kompetenzen erworben: Kristallisation von Proteinen; Mikroskopische Methoden; Röntgendiffraktometrie; Datenauswertung; Technik der Phasenbestimmung; Erstellung und Interpretation von Elektronendichte-Karten; Modellbau; Evaluierung von Proteinstrukturen; Interpretation der 3-dimensionalen Struktur in Bezug auf die Funktion (z.B. Enzymkatalyse und Protein-Protein-Wechselwirkung).

Lehrformen

Vorlesung/Seminar mit Übungen, praktische Übungen: am Kristallisationsroboter, am Polarisationsmikroskop und am Röntgendiffraktometer, computergestützte Datenevaluierung

Inhalte

Vorlesung und Praktikum:

Praktikumsverlauf (T**: Vorlesung**, P: **praktische Arbeiten**):
1. allgemeine Kristallographie (70%T, 30%P), Details: Kristallsymmetrie, Kristalloptik, Polarisationsmikroskopie, Anwendung des Bragg'schen Gesetzes, Reziprokes Gitter, Ewaldkonstruktion, Symmetrieelemente, Punktgruppe, Laue-Gruppe, Raumgruppe.
2. Kristallisation von Proteinen (50%T, 50%P), Details: Kristallisationsmethoden, Mikroskopie (Polarisation und Fluoreszenz).
3. Messung von Beugungsdaten (100%P), Details: Röntgenquellen, Detektoren, Bestimmung der Elementarzelle und der Raumgruppe, Datenakquisition.
4. Phasenbestimmung (50%T, 50%P), Details: Molekularer Ersatzund Isomorpher Ersatz

(Patterson-Methoden), Schweratomderivate.
5. Erstellen eines Atommodells (30%T, 70%P), Details: Interpretation einer Elektronendichteverteilung und Modellbau.
6. Verfeinerung, Zuverlässigkeit des Modells, Architektur der Proteine (50%T, 50%P), Details: Verbesserung der Übereinstimmung des Atommodells mit den Beugungsdaten, R-Faktor, Ramachandran-Plot, Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur;
7. Struktur und Funktion (100%T).

Seminar:
Ausgewählte aktuelle englischsprachige Publikationen zur Strukturbiologie.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Interesse an Strukturbiologie, mathematische Grundkenntnisse

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (60 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums.
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20 % der Note): Protokoll (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)
(3) Kompetenzbereich Wissenschaftliches Präsentieren (20 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
(4) Halten eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein.
9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
( ) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
(x) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/
Das Modul findet am Forschungszentrum Jülich statt (es verkehrt ein Shuttlebus zwischen dem Campus der HHU Düsseldorf und dem FZ Jülich).

V425	V425 - Molekulare Biophysik: Hydrodynamik Molecular Biophysics: Hydrodynamics

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Dieter Willbold (willbold@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. Oliver Bannach, Prof. Dr. Gerhard Steger			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Gerhard Steger (steger@biophys.uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden lernen grundlegende physikalische Methoden zur Analyse biologischer Makromoleküle kennen (Zentrifugationstechniken: Sedimentationsgeschwindigkeitslauf, Dichtegradient. Saccharosegradient; Gelelektrophorese: PAGE, Agarose, SDS; Fluoreszenzkorrelationsspektroskopie). Sie können die zugrundeliegenden Prinzipien der im Praktikum angewandten Methoden erläutern; d. h., sie sind in der Lage die angewandten physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu erklären.

Mithilfe der erworbenen Kenntnisse sind die Studenten befähigt die erlernten Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf bestimmte biologische Fragestellungen zu bewerten, Vor- und Nachteile gegenüberzustellen und Messergebnisse kritisch zu interpretieren.

Die Studierenden können selbstständig und präzise mit Messgeräten und Apparaturen aus dem Labor umgehen. Sie haben gelernt, Proben unter Berücksichtigung der jeweiligen Anforderungen für biophysikalische Messungen vorzubereiten, die Messdaten in erforderlicher Qualität und Quantität angepasst an die gerätetypischen Anforderungen aufzunehmen und unter Verwendung zur Verfügung gestellter Software auszuwerten und graphisch darzustellen. Sie können die erhaltenen Ergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft, Genauigkeit und in größeren Sinnzusammenhängen interpretieren. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen

Die Studenten sind in der Lage, diese erworbenen Fähigkeiten auf neue wissenschaftliche Fragestellungen zu übertragen, d. h. selbständig biophysikalische Experimente zu planen, durchzuführen und die Ergebnisse kritisch zu interpretieren. Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Molekulare Strukturen: Primär-, Sekundär-, Tertiär-Struktur von Proteinen; Supersekundärstrukturen, Proteinfaltung, Molekulare Packung; Primär-, Sekundär-, Tertiär-Struktur von Nukleinsäuren

Größe und Form von Makromolekülen: Hydratation, Stokes-Radius; Konformation Makromolekulare Diffusion: Ficksche Diffusionsgesetze, Messung von Diffusionskoeffizienten Hydrodynamik: Viskosität makromolekularer Lösungen, Reibungskoeffizienten, Form *Praktikum* Hydrodynamische Methoden und deren Anwendung auf Proteine und Nukleinsäuren: Präparative und analytische Ultrazentrifugation, Fluoreszenz-Korrelationsspektroskopie, Gelelektrophorese *Seminar* Ausgewählte Originalarbeiten aus dem Bereich Hydrodynamik
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Rechnen, Physik für Naturwissenschaftler, Grundkenntnisse bezüglich des Aufbaus biologischer Makromoleküle
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (60% der Note): mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente) (3) Kompetenzbereich Präsentation (20% der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrags
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Halten eines Seminarvortrags
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V426	V426 - Grundlagen der Mikrobiologie und Enzymtechnologie
	Basic Principles in Microbiology and Enzyme technology

Modulverantwortliche/r Prof. Dr Karl-Erich Jaeger (k.-e.jaeger@fz-juelich.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende Prof. Dr. Jaeger, Institut für Molekulare Enzymtechnologie Dr. Krauss, Institut für Molekulare Enzymtechnologie Dr. Knapp, Institut für Molekulare Enzymtechnologie Prof. Dr. Pohl, Institut für Bio- und Geowissenschaften IBG-1: Biotechnologie, Forschungszentrum Jülich GmbH			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Krauss (u.krauss(at)fz-juelich.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 15	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte eines molekularbiologischen und proteinchemischen Experiments beschreiben. Die Ergebnisse der Experimente können sie auswerten und mit Hilfe einschätzen, sowie beeinflussende Faktoren bei einigen Experimenten erklären.

Die Studierenden können die grundlegenden molekularen Prozesse der Proteinproduktion angeben und auf biotechnologische Experimente übertragen.

Sie können grundlegende Aufgaben aus diesem Bereich selbständig lösen und selbstständig mit einigen Laborgeräten umgehen.

Lehrformen

Vorlesung mit praktischen Übungen/Diskussion, Praktikum, Anfertigung von Abschlussreferaten mit Präsentation, Gruppenarbeit, Protokollführung

Inhalte

Vorlesung und Praktikum

Grundlagen der Mikrobiologie, Wachstum und Vermehrung von Bakterien, Grundlagen der Molekularbiologie wie Plasmidaufbau und Klonierung. Expression (heterologe Überexpression), Funktion und Reinigung von Proteinen, Enzymtests, Methoden zur Proteinanalyse, biotechnologische Anwendungen von Enzymen, Enzym-/Proteinanalytik wie kinetische Bestimmung und Stabilitätsuntersuchungen, Nutzung von Literatur- und Sequenzdatenbanken

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein

Inhaltlich: Grundlagen der Mikrobiologie und Molekularbiologie sollten bekannt sein, Grundkenntnisse in Mathematik werden vorausgesetzt.

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:
Schriftliche Prüfung (70%),
Protokoll (30%)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul Regelmäßige aktive Teilnahme, Ergebnispräsentation, Abgabe eines wissenschaftlich akzeptablen Protokolls.
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Das Modul findet im Institut für Molekulare Enzymtechnologie (IMET) auf dem Campus des Forschungszentrums Jülich in Jülich statt. Nach Zuteilung ist die Rückmeldung bei Herrn Dr. Krauss *via* E-Mail obligatorisch.

V427	V427 - Methoden der Zellfraktionierung und Proteomanalyse
	Methods in Cell Fractionation and Proteome Analysis

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. William Martin (bill@hhu.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende Prof. Dr. William Martin, Dr. Verena Zimorski			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Verena Zimorski (zimorski@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 3	**Gruppengröße** 18	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Methoden des Zellaufschlusses, Zentrifugationstechniken, Probenvorbereitung und Durchführung verschiedener 2D- Elektrophoresetechniken eigenständig planen, anwenden und kritisch interpretieren, sowie die Grundlagen der Sequenzierung von Proteinen mit Hilfe der Massenspektrometrie erklären, analysieren und beurteilen. Zusätzlich können sie proteinbiochemische Standardmethoden wie Enzymassays, Konzentrationsbestimmung von Proteinen, verschiedene Färbemethoden von Proteinen im Acrylamidgel und Detektionen von Proteinen im Western Blot anwenden, selbstständig und präzise planen und durchführen. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen.

Lehrformen

Vorlesung mit praktischen Übungen im Labor

Inhalte

Unterschied Genomics und Proteomics. Informationsgehalt von Genomen und Proteomen. Eigenschaften von Proteinen.
Posttranslationale Modifikationen.
Techniken der Proteomanalyse wie Trennung komplexer Proteingemische und massenspektrometrische Identifizierung von Proteinen.
Detektion von Modifikationen.
Chancen und Grenzen der Proteomanalyse.
Anwendung von proteinbiochemischen Forschungsmethoden.

Weitere Informationen sind unter folgender Internetadresse verfügbar:
http://www.molevol.hhu.de/unsere-lehre/biochemie/v-modul-427-methoden-der-zellfraktionierung-und-proteomanalyse-ws.html

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. bis 4. Semester) müssen absolviert sein.
Inhaltlich: keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (50% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereiche Dokumentation (50% der Note): Protokoll (schriftliche Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Modul (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Teilnahme an der Vorbesprechung
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V428	V428 - NMR-Spektroskopie biologischer Makromoleküle
	NMR Spectroscopy of Biological Macromolecules

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Dieter Willbold (dieter.willbold@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. Matthias Stoldt			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Matthias Stoldt (m.stoldt@fz-juelich.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Wintersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der Flüssig-NMR-Spektroskopie und deren Einsatzmöglichkeiten in der Strukturbiologie erläutern. Sie können erklären, wie man über biologische Systeme, hier fokussiert auf Proteine, strukturelle Informationen erhalten kann. Sie können die Methode dahingehend einschätzen, daß sie die Anforderungen an die Proben (Proteine), die Stärken und die Limitationen und die Vergleichbarkeit mit anderen biophysikalischen Methoden kennen. Die Studierenden sind in der Lage, ein- und mehrdimensionale Spektren mit verschiedenem Informationsgehalt (chemische Struktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur, Liganden-Bindung) zu interpretieren und die für die jeweilige Fragestellung relevante Information eigenständig zu ermitteln. Ferner sind sie in der Lage, ihre Ergebnisse zu hinterfragen und z.B. mit Hilfe von Datenbanken (Protein-3D-Strukturen, biologische NMR-Datenbank) zu überprüfen. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen

Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

praktische Übungen am NMR-Spektrometer, seminaristischer Unterricht, Übungen zur Software-basierten Datenauswertung, Protokollführung

Inhalte

Allgemeine Grundlagen der NMR-Spektroskopie, Anwendung der NMR-Spektroskopie in biologischen Fragestellungen. Spinquantenzahlen, Energieniveaus, Besetzungsverhältnisse, chemische Verschiebung, FT-NMR, 1-D-Experiment, Linienform, Relaxation, Fouriertransformation, Spektrale Parameter, indirekte Kopplung, Aufbau eines NMR- Spektrometers.
Aufnahme von 1D-Experimenten (Ethanol, Aminosäuren, Proteine), Prozessierung und Auswertung der Spektren. Vom 1D- zum 2D-Experiment, Prinzip der indirekten Dimension, homonukleare und heteronukleare Experimente.
Grundlagen von Tripelresonanzexperimenten, Aufnahme, Prozessierung, Zuordnungsstrategie,

(Beispiel: HNCACB).Rückgrat-Zuordnung, Zuordnung von 3D-NOE-Spektren, Extraktion von strukurbestimmenden Parametern.
Moleküldynamik, Strategie des "simulated annealing", experimentelle Daten für die Strukturberechnung, Beispiel-Strukturberechnung, Qualitätsparameter, weiterführende Methoden, weitere Anwendungen der NMR in der Biologie.
Visualisierung von Protein- und RNA-Strukturen & -komplexen, Sekundärstruktur, hydrophober Kern, Tertiärkontakte, elektrostatisches Potential.
Seminar:
Ausgewählte aktuelle, englischsprachige Publikationen zur Strukturbiologie und zu NMR-Methodik.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Interesse an Strukturbiologie und Spektroskopie, mathematische und physikalische Grundkenntnisse

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (60 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums.
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20 % der Note): Protokoll (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)
(3) Kompetenzbereich Wissenschaftliches Präsentieren (20 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
(4) Halten eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein.
9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
( ) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
(x) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/
Das Modul findet am Forschungszentrum Jülich statt (es verkehrt ein Shuttlebus zwischen dem Campus der HHU Düsseldorf und dem FZ Jülich).

V429	V429 - PC gestützte Analyse und Präsentation biologischer Daten
	PC Based Analysis and Presentation of biological Data

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Andreas Weber (andreas.weber@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Andreas Weber, Dr. Marion Eisenhut			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Marion Eisenhut (m.eisenhut@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Turnus** Jedes Winter- und jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 15	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können die Datentypen biologischer Experimente erkennen und können sie sowohl mit beschreibender als auch mit schließender Statistik analysieren und darstellen. Sie beherrschen statistisch korrekte Versuchsplanung. Die Studierenden können biologische Daten mit linearer und nicht linearer Regression analysieren und die Ergebnisse interpretieren. Die Studierende können die Grundlagen explorativer Statistik erläutern und anwenden. Die Studierenden beherrschen ein Tabellenkalkulationsprogramm sowie das Analyseprogramm GraphPad Prism und Open-Source Programme zum Clustering sicher.

Lehrformen
Vorlesung und selbständige praktische Übungen am Computer

Inhalte
Vorlesung:
Im ersten Teil werden die unterschiedlichen Datentypen anhand von Beispielen erläutert und ihre Darstellung erklärt. Unterschiedliche Methoden beschreibender und schließender Statistik für die verschiedenen Datentypen werden gezeigt. Im zweiten Teil werden die Grundlagen für die lineare und nicht-lineare Regression gelegt. Unterschiedliche nicht-lineare Modelle werden erläutert und angewendet. Statistische Methoden zur Beurteilung der nicht-linearen Regression werden vorgestellt.
Wahrscheinlichkeitsrechnung soweit nötig zur Beurteilung von Daten wird eingeführt.
In der explorativen Statistik werden nicht-überwachte (‚non-supervised‘) Methoden wie zum Beispiel Clustering besprochen und ihre Visualisierung gezeigt.

Übungen:
Die theoretischen Grundlagen werden in der Vorlesung täglich vor denÜbungen vermittelt. In den Übungen werden die theoretischen Grundlagen durch Anwendung vertieft. Für jedes Thema der Vorlesung werden ein oder mehrere Beispieldatensätze am Computer in einem Tabellenkalkulationsprogramm und in dem Programm GraphPad Prism bearbeitet, analysiert und dargestellt. Die explorative Statistik wird mit Hilfe von Clusterprogrammen und Visualisierungen geübt.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundlagen von Tabellenkalkulationsprogrammen, mathematisches Grundverständnis

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Schriftliche Prüfung (60% der Note) (2) Übungsaufgaben (40% der Note)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung (2) Tägliche Abgabe der Übungsaufgaben, die entsprechend den Minimalstandards bearbeitet wurden (3) Bestehen der Klausur
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Ort und Zeit werden im LSF bekanntgegeben. Vorlesungsskripte und die Übungsaufgaben werden über das Ilias-Portal zur Verfügung gestellt.

V430	V430 - Pflanzliche Genetik und Biochemie Plant Biochemical Genetics

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Andreas Weber (andreas.weber@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Andreas Weber, Dr. Nicole Linka			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Nicole Linka (nicole.linka@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 1	**Gruppengröße** 15	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte und Methoden der Genetik und Biochemie der Pflanzen beschreiben, anwenden und analysieren.
Die Studierenden können eigenständig einfache molekularbiologische und biochemische Experimente/Techniken durchführen und planen. Zudem erlernen die Studierenden wissenschaftliche Untersuchungen zu dokumentieren und die Protokollierung der Versuche und der erzielten Ergebnisse. Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum und Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Die Studierenden werden mit dem zentralen Kohlenstoff- und Speicherstoffwechsel von Pflanzen vertraut gemacht. Weiterhin erlernen sie die theoretischen Grundlagen der Analyse zentraler pflanzlicher Stoffwechselwege durch eine Kombination genetischer und biochemischer Methoden.

Praktikum:

Ziel des Praktikums ist es, mit Hilfe einer Reihe molekularbiologischer und biochemischer Methoden verschiedene Arabidopsis-Mutanten mit Defekten im zentralen Speicherstoffwechsel zu charakterisieren. Dies beinhaltet die quantitative und qualitative Analyse von Metaboliten (verschiedene Zucker, Stärke), Proteinen (Protein-Gelelektrophorese), Enzymaktivitäten und Enzymkinetik (verschiedene Enzyme des zentralen Kohlenstoffmetabolismus, Spektrophotometrische Tests und native Gele) sowie molekulargenetische Untersuchungen an den Mutanten (Identifizierung von mutierten Allelen sowie transiente Transformation zur Komplementation von Pflanzen-Mutanten).

Seminar:

Literaturseminar der Studierenden über klassische und aktuelle Originalarbeiten mit thematischem Bezug zu den Themen der Vorlesung und des Praktikums.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundkenntnisse in der Pflanzenphysiologie und Genetik

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und Praktikums (50 % der Note) (2) Protokoll (30 % der Note) (3) Ausarbeitung und halten eines englischsprachigen Vortrags (20% der Note)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige Teilnahme an der Vorlesung und des Praktikums (2) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (3) Halten eines englischsprachigen Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt (4) Bestehen der Klausur
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Ort und Zeit werden im LSF bekanntgegeben. Vorlesungsskripte und begleitende Literatur werden über das Ilias-Portal zur Verfügung gestellt.

V431	V431 - Festkörper-NMR-Spektroskopie in der Strukturbiologie
	Solid-State NMR-Spectroscopy in Structural Biology

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Henrike Heise (h.heise@fz-juelich.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Henrike Heise			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Henrike Heise (h.heise@fz-juelich.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der Festkörper-NMR-Spektroskopie und deren Einsatzmöglichkeiten in der Strukturbiologie („was bedeutet „fest“ bei biologischen Systemen?) erläutern. Sie können erklären, wie man über biologisches Systeme, für die Lösungs-NMR-Spektroskopie und Röntgenkristallographie keine Strukturinformation liefern, wie zum Beispiel Membranproteine in physiologischer Umgebung oder fibrilläre Proteinaggregate, strukturelle Informationen erhalten kann. Die Studierenden sind in der Lage, ein- und mehrdimensionale Spektren mit verschiedenem Informationsgehalt (Sekundärstruktur, Orientierung, Beweglichkeit) zu interpretieren und die für die jeweilige Fragestellung relevante Information eigenständig zu ermitteln. Ferner sind sie in der Lage, ihre Ergebnisse zu hinterfragen und mit Hilfe von Computersimulationen zu überprüfen.

Lehrformen

praktische Übungen am NMR-Spektrometer, Seminaristischer Unterricht, Übungen zur Software-basierten Datenauswertung, Computer-Simulationen, Protokollführung

Inhalte

Allgemeine Grundlagen der Festkörper-NMR-Spektroskopie, Fragestellungen, die mit dieser Methode bearbeitet werden können, Verschiedene Methoden, trotz anisotroper Linienverbreiterung hohe Auflösung zu erreichen: Magic Angle Spinning und makroskopische Orientierung. Strukturinformationen im Festkörper: Torsionswinkel, dipolare Kopplungen und chemische Verschiebungsanisotropie. Simulationssoftware: SIMPSON und MATLAB, Analysesoftware: nmrPipe, nmrDraw, CCPN.
Untersuchungsobkekte: einzelne Aminosäuren in fester Phase und kleinere Modellpeptide.

<u>Seminar:</u>
Ausgewählte aktuelle, englischsprachige Publikationen zur Festkörper-NMR-Spektroskopie in der Strukturbiologie

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie und Grundlagen der Biochemie werden vorausgesetzt. Interesse an Strukturbiologie und physikalisch-chemischen Zusammenhängen ist erforderlich.

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (60 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums. (2) Kompetenzbereich Dokumentation (20 % der Note): Protokoll (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente) (3) Kompetenzbereich Wissenschaftliches Präsentieren (20 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Halten eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Das Modul findet am Forschungszentrum Jülich statt (es verkehrt ein Shuttlebus zwischen dem Campus der HHU Düsseldorf und dem FZ Jülich)

V433	V433 - Programmieren für Biologen Programming for Biologists

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. William Martin (bill@hhu.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende Sommersemester: Prof. Dr. William Martin, Dr. Nicole Grünheit Wintersemester: Prof. Dr. William Martin, Prof. Dr. Martin Lercher, Dr. Nicole Grünheit, Dr. Mayo Röttger			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Sommersemester: Dr. Nicole Grünheit (nicole.gruenheit@hhu.de) Wintersemester: Dr. Mayo Röttger (mayo.roettger@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Winter- und Sommersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** SoSe: 20 WiSe: 40	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden haben die grundlegenden Prinzipien des Programmierens erlernt. Sie können die Programmiersprache Python praxisorientiert anwenden und eigenständig Algorithmen entwerfen, diese implementieren und komplexe Arbeitsabläufe automatisieren. Sie sind in der Lage große biologische Datenmengen zu verarbeiten. Die Studierenden können unterschiedliche Lösungswege entwickeln und kritisch kommentieren.

Lehrformen

Vorlesung oder seminaristischer Unterricht mit praktischen Übungen

Inhalte

- Einführung in die Programmiersprache Python (Syntax, Datenstrukturen, Kontrollstrukturen, Aussagenlogik, Einlesen und Schreiben von Dateien)
- Einführung in das Betriebssystem Linux und die Kommandozeile
- Der Kurs ist speziell an die Anforderungen von Studierenden der Biologie angepasst, die noch keine Programmiererfahrung haben.
- Es werden sowohl theoretische Hintergrundinformationen als auch praktische Fähigkeiten vermittelt. Die Studierenden führen praktische Übungen durch und diskutieren die Ergebnisse.

Weitere Informationen sind unter folgender Internetseite verfügbar:

http://www.molevol.hhu.de/unsere-lehre/bioinformatik/v-modul-433-prgrammieren-fuer-biologen-wintersemester.html

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. bis 4. Semester) müssen absolviert sein
Inhaltlich: keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (50% der Note): Schriftliche Prüfung (mit praktischen Anteilen) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums

(2) Kompetenzbereich Anwendung des erworbenen Wissens (50%der Note): Übungsaufgaben, Abgabe von Übungszetteln
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Modul (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (3) Bestehen des Kompetenzbereichs Anwendung des erworbenen Wissens
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V434	V434 - Zellbiologie und Physiologie Cell Biology and Physiology		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Eckhard Lammert (lammert@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Eckhard Lammert und Mitarbeiter			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Daniel Eberhard (daniel.eberhard@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** 2mal jedes Winterse-mester, Fenster 4	**Gruppengröße** 30 (2x 15)	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte von Ernährung und Verdauung, Atmung, Exkretion, Glucose-Stoffwechsel, Hormonsekretion und Zellwachstum beschreiben, anwenden und analysieren. Die Studierenden können eigenständig grundlegende Labortechniken und Experimente der Physiologie und Zellbiologie durchführen und planen. Die Studierenden können selbstständig und präzise mit Pipetten, Photometern, Sterilwerkbänken, Inkubatoren, PCR-Maschinen und Fluoreszenz-Lichtmikroskopen umgehen. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen.

Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Allgemeine Grundlagen der Zellbiologie und Physiologie des Menschen und der Maus als Modellorganismus

Praktikum:

Anwendung von physiologischen und zellbiologischen Forschungsmethoden zur Analyse von Exkretion, Glucose-Stoffwechsel, Zellwachstum, Genexpression und Hormonsekretion des tierischen Organismus, wie z.B. Bestimmung von Konzentrationen mittels Photometer; Splitten, Kultivieren, Zählen und Einfrieren von Zellen; Extraktion von RNA; Herstellung von cDNA; RT-PCR; Lokalisierung von Proteinen in Zellen; Enzymkinetik; Statistik; Selbständiges Design einiger Experimente.

Seminar:

Die Studierenden werden über unterschiedliche Themen der Zellbiologie und Physiologie einen Seminarvortrag halten und diese mit den Dozenten und Studierenden diskutieren.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen erfolgreich absolviert sein

Inhaltlich: Lesen des Skripts

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich „Wissen“ (70% der Note): Schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich „Dokumentation“ (20% der Note): Anfertigung eines Protokolls (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion) (3) Kompetenzbereich „Wissenschaftliches Präsentieren“ (10% der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, Darstellung der Inhalte, Vortrag und Diskussion)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs „Wissen“ (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Seminarvortrag
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V435	V435 - Analyse von Proteinwechselwirkungen mit NMR-Spektroskopie
	Analysis of Protein Interactions by NMR Spectroscopy

Modulverantwortliche/r PD Dr. Bernd König (b.koenig@fz-juelich.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende PD Dr. Bernd König, Dr. Philipp Neudecker, Dr. Silke Hoffmann			**Fachsemester:** 5. - 6.
Modulorganisation PD Dr. Bernd König (b.koenig@fz-juelich.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 1	**Gruppengröße** 6	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der Lösungs-NMR-Spektroskopie, den prinzipiellen Aufbau eines Hochfeld-NMR-Spektrometers und die Einsatzmöglichkeiten der NMR in der Biologie erläutern. Sie können eigenständig NMR-Spektren aufnehmen, prozessieren und analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, eine NMR-Titration zum Studium der Bindung eines Liganden an ein Protein zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu interpretieren. Sie können Proteinstrukturen aus experimentellen Daten berechnen, am Computer graphisch darstellen und die gefundene Bindungsstelle hervorheben. Die Studierenden dokumentieren präzise die durchgeführten Versuche, werten sie aus und diskutieren die Ergebnisse. Sie können ein gegebenes Thema unter Nutzung englischsprachiger Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

(1) Biologischer Hintergrund: Interaktion von HIV-1 Nef mit SH3-Domänen.

(2) Allgemeine Grundlagen der NMR-Spektroskopie: Gepulste Fourier-Transformationsspektroskopie, Ein- und mehrdimensionale NMR-Spektroskopie, experimentell ermittelte Parameter (chemische Verschiebung, skalare Kopplung, dipolare Kopplung, Kern- Overhauser-Effekt - NOE), Hochfeld-NMR-Spektrometer (Aufbau).

(3) NMR an Biomakromolekülen: Isotopenmarkierung und rekombinante Herstellung, Proteine als Biopolymere, zugängliche Informationen (Struktur, Dynamik, Interaktionen).

(4) Strategien zur Datenauswertung: Resonanzzuordnung, Ermittlung geometrischer Parameter, Molekulardynamische Strukturrechnung.

(5) Analyse der Protein-Ligand-Interaktion mittels NMR: HSQC-Titration, Lokalisierung von Bindungsstellen, Austauschregime, quantitative Auswertung (Massenwirkungsgesetz, Bindungsmodelle, Bestimmung der gebundenen Fraktion des Liganden)

Seminar:

Die Grundlagen der NMR-Spektroskopie (Vektormodell, FT NMR, Pulsfolgen, Relaxation) und relevante NMR-Parameter (chemische Verschiebung, skalare Kopplung, NOE) werden vorgestellt und in Übungen vertieft. Jeder Teilnehmer hält einen Vortrag zu einem ausge-

wählten Aspekt der Lösungs-NMR-Spektroskopie auf Basis englischsprachiger Fachliteratur.
Praktikum:
Probenpräparation (Dialyse, Konzentrationsbestimmung, pH-Wert Einstellung), Aufnahme von ein- und mehrdimensionalen NMR-Spektren; Spektrenbearbeitung und Analyse (mit der Software *nmrPipe*) und Visualisierung (*nmrDraw*); Resonanzzuordnung mittels 2D- und 3D-NMR-Spektren (*CARA*); Durchführung zweier NMR-basierter Titrationen der ^{15}N-markierten Proteindomäne Hck-SH3 mit den Liganden (a) Nef-Peptid und (b) Nef-Core-Protein: Probenpräparation, Spektrenaufnahme und Auswertung; Quantitative Auswertung einer Titrationsreihe: iterative Zuordnung der HSQC-Spektren, Ermittlung der Datenpunkte für die Bindungsisotherme, Anpassung der Daten an ein geeignetes Bindungsmodell (*QtiPlot*) und Ermittlung der Dissoziationskonstanten; Berechnung der hoch aufgelösten räumlichen Struktur der Hck-SH3-Domäne auf Basis vorhandener experimenteller Strukturdaten (NOE- basierte Liste von Proton-Proton Abständen im gefalteten Protein) mit Hilfe der Molekulardynamik (*CYANA*); Visualisierung und Evaluierung der berechneten Proteinstrukturen (*MOLMOL*); Darstellung der Bindestelle des Nef-Peptids auf der Oberfläche
der Struktur der Hck-SH3-Domäne

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. - 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Biochemische Grundlagen zum Aufbau von Proteinen und Aminosäuren sowie die Konzepte der physikalischen Chemie zur Beschreibung des thermodynamischen Gleichgewichtes werden vorausgesetzt.

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich „Wissen“ (70% der Note): mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums.
(2) Kompetenzbereich „Dokumentation“ (20% der Note): Protokoll (Darstellung der Grundlagen, Beschreibung der Arbeitsschritte, Dokumentation und Diskussion der Ergebnisse)
(3) Kompetenzbereich „Wissenschaftliches Präsentieren“ (10% der Note): Seminarvortrag (Stoff erarbeiten, Inhalte graphisch darstellen, vortragen, diskutieren)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereiches Wissen.
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum.
(3) Protokoll, das die Anforderungen an eine wissenschaftliche Dokumentation erfüllt.
(4) Halten eines Seminarvortrages, der mindestens den Minimalstandards genügt.

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
Deutsch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/
Das Modul findet am Forschungszentrum Jülich statt (es verkehrt ein Shuttlebus zwischen der HHU Düsseldorf und dem FZ Jülich). Literatur: Kapitel „Magnetische Resonanzspektroskopie von Biomolekülen“, *in*: F. Lottspeich, J.W. Engels „Bioanalytik“, Spektrum Akad. Verlag, 2006

V436	V436 - Biochromatographie Biochromatography		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Georg Groth (georg.groth@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Georg Groth			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Georg Groth (georg.groth@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 12	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können eigenständige Konzepte für die Reinigung von Biomolekülen erstellen und Trennprobleme bei der Isolation von Proteinen aus Zellen oder Zellaufschlüssen selbstständig lösen. Sie können selbstständig und präzise mit komplexen modernen Chromatographie-Systemen umgehen. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche präzise dokumentieren, auswerten und bewerten. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachiger Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Die Vorlesung befasst sich mit der Isolierung, Reinigung und Charakterisierung von Proteinen/Enzymen aus biologischen Materialien mit Hilfe unterschiedlicher Biochromatographie-Techniken und Trennsysteme.

(1) Rekombinante Herstellung von Proteinen
(2) Struktur, Funktion und Eigenschaften des *grün fluoreszierenden Proteins* (GFP)
(3) Grundlagen, Funktion und Besonderheiten der Trennmechanismen, Trennmaterialien
(4) Trennmechanismen der Biochromatographie: SEC (Trennung nach Molekülgröße), IEC (Trennung nach Ladung), HIC (Trennung nach Hydrophobizität), Affinitätschromatographie (Trennung nach Biospezifität)
(5) Perfusions-Chromatographie
(6) Kovalente Chromatographie-Verfahren: Reinigung schwefelhaltiger Peptide und Metallothioneine
(7) Lektin-Chromatographie
(8) Optimale Abfolge der verschiedenen Separationssysteme bei der Proteinreinigung
(9) Chromatographische Kenngrößen: Durchflusszeit, Retentionszeit, Trennfaktor, Kapazitätsfaktor, Bodenanzahl oder Trennstufenanzahl
(10) Typische Probleme bei der chromatographischen Trennung von Biomolekülen

Praktikum:

Gegenstand des Praktikums Biochromatographie sind die Trennung und Reinigung des grün

fluoreszierenden Proteins (GFP), das aus der Qualle *Aequorea victoria* stammt und inzwischen in vielfältigen Anwendungen in der modernen Biochemie und Zellbiologie eingesetzt wird. Das Protein wird rekombinant in *E. coli* hergestellt und aus den Kulturüberständen mit verschiedenen chromatographischen Methoden wie Größenausschlusschromatographie, Ionenaustausch-chromatographie, Hydrophober Interaktionschromatographie (HIC) und Affinitätschromatographie gereinigt. Die Trennung erfolgt dabei mit modernen computergesteuerten Chromatographie-Systemen, die auch in der Grundlagenforschung und angewandten Forschung eingesetzt werden. Bei den verschiedenen Trennmethoden wird auf wichtige chromatographische Parameter (z.B. Selektivität, Kapazität, Bodenzahl etc.) eingegangen sowie auf die Entwicklung und Optimierung chromatographischer Trennverfahren.

Seminar:
Ausgehend von ausgewählten Kurzberichten (David S. Goodsell „*Molecule of the Month*“, The Scripps Research Institute und RCSB PDB) sowie ausgewählten Original- und Übersichtsarbeiten sollen die Studierenden die Struktur, Funktion und Bedeutung verschiedener biologischer Makromoleküle vorstellen.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundkenntnisse der allgemeinen Biologie, der Anorganischen und Organischen Chemie sowie der Mathematik und Physik.

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich Präsentation (30 % der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrags

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
(4) Halten eines Seminarvortrags

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
-

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
(x) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V440	V440 - Evolution der Pflanzen
	Plant Evolution

Modulverantwortliche/r Dr. Sabine Etges (etges@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. Sabine Etges			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Sabine Etges (etges@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes zweite Sommersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können evolutive Vorgänge, durch die das Landleben der Pflanzen ermöglicht wurde (Anpassungen in den Bereichen Stoffaufnahme und -transport, Energiegewinn, Stabilität, Fortpflanzung usw.) beschreiben und erklären.

Sie können die Funktionalität einzelner Pflanzenorgane und konvergente Anpassungen beschreiben und interpretieren. Sie können Merkmale der Pflanzen progressiver und regressiver Evolution zuordnen.

Sie können die Entwicklungsgeschichte der Pflanzen beschreiben. Sie können die systematische Bedeutung einzelner Merkmale und ihre Entwicklung an Vertretern einiger wichtiger Verwandtschaftsgruppen erklären.

Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Die theoretischen Grundlagen der Evolution und der Systematik werden erläutert, wobei die historischen Entwicklungen der wissenschaftlichen Systematik und des Evolutionsverständnisses berücksichtigt werden.

Die Ableitung der Landpflanzen (Moose, Farne und Samenpflanzen) von den Grünalgen wird an Lebendmaterial dargelegt. Der Übergang zu den Samenpflanzen wird anhand von Fossilpräparaten demonstriert.

Die verschiedenen morphologischen Anpassungen der Landpflanzen an das Leben außerhalb des Wassers (Festigungselemente, sekundäres Dickenwachstum, Wasserleitungsgewebe, Entstehung der Blüte und Blütenstände, doppelte Befruchtung etc.) und ihrer Evolution werden behandelt. An Beispielen wird aufgezeigt, wodurch das Verständnis der Entwicklungsgeschichte erschwert wird.

Die Gliederung des Systems der Samenpflanzen wird erläutert und die Merkmalsentwicklung an Vertretern einiger wichtiger Ordnungen deutlich gemacht.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein

Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich `Wissen´ (70 % der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich `Dokumentation (15 % der Note): Protokoll (Zeichnungen und Diskussion) (3) Kompetenzbereich `Wissenschaftliches Präsentieren´ (15 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, Darstellung der Inhalte, Vortrag und Diskussion)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul 1) Bestehen des Kompetenzbereichs `Wissen´ (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Seminarvortrag
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Die Seminartermine werden im Praktikum abgesprochen.

V441	V441 - Ökologisch-systematisches Geländepraktikum mit großer Exkursion Ecological and systematical field course

Modulverantwortliche/r Dr. Sabine Etges (etges@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. Sabine Etges			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Sabine Etges (etges@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Sommersemester	**Gruppengröße** 8	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können ökologische Zusammenhänge beschreiben und erklären. Sie können selbstständig ihnen unbekannte Pflanzen unter Verwendung von digitalen und analogen Bestimmungsschlüsseln bestimmen und ihrer Verwandtschaft zuordnen. Sie können typische Arten der verschiedenen Habitate und ihre Merkmale benennen und ihre Anpassungsmechanismen beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu
erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Seminar, Exkursion (Norwegen oder Gotland/Schweden)

Inhalte

Die **Vorlesung** behandelt die Geologie Skandinaviens sowie den Verlauf der Eiszeiten und ihren Einfluss auf das Landschaftsbild. Die Entstehung von Gletschern und Fjorden und die Veränderungen der Küstenlinien durch Landhebungen werden erläutert. Das Klima Skandinaviens bildet einen zweiten Schwerpunkt der Vorlesung. Aus den klimatischen Besonderheiten der einzelnen Regionen Skandinaviens wird die Verteilung der Vegetationszonen abgeleitet und die wichtigsten Faktoren für die Pflanzenverteilung werden erörtert. Beispielhaft werden Wald- und Rasengesellschaften, Moore, Küstenvegetation, Zwergstrauch- und Flechtenheiden sowie in Norwegen Gletschervorfeld und die hochalpinen Pflanzengesellschaften vorgestellt. In Schweden wird der speziellen Vegetation der Trockenheiden (Alvar) besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Zoologische Aspekte sowie die Geschichte des jeweiligen Landes finden Berücksichtigung.
In einem **Blockseminar** vor der Exkursion behandeln die Studierenden in Vorträgen (20 min.) ausgewählte Aspekte der Struktur des Landes, des Klimas und der Vegetation, die inhaltlich die Vorlesung ergänzen.
Auf der **Exkursion** werden Tagestouren mit Demonstrationen im Gelände und anschließender Aufarbeitung im Camp durchgeführt. Dabei werden ökologische, vegetationskundliche und systematische Aspekte bearbeitet. Ein Überblick über Evolution, Diversität, Blütenbiologie und Eigenheiten verschiedener Pflanzengruppen wird vermittelt.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich `Wissen´ (70 % der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und der Exkursion. (2) Kompetenzbereich `Dokumentation (15 % der Note): Protokoll der Exkursion incl. Herbarbelege ausgewählter Pflanzen (3) Kompetenzbereich `Wissenschaftliches Präsentieren´ (15 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, Darstellung der Inhalte, Vortrag und Diskussion)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs `Wissen´ (2) Aktive Teilnahme an der Exkursion (3) Abgabe eines Protokolls (4) Seminarvortrag
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Das Modul wird dezentral vergeben.

V442	V442 - Meeresökologie Practical Marine Ecology		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Bridges (bridges@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 20.01.2020
Dozierende Prof. Dr. Fraune/ Prof. Dr. Bridges (bridges@uni-duesseldorf.de)			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Fraune/Prof. Dr. Bridges (bridges@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Grundlagen mariner Ökologie, basierend auf physikalischer, chemischer und biologischer Ozeanographie. Sie sind in der Lage, auf diesen Grundlagen aufbauende Konzepte der Evolutionsbiologie und der Ökophysiologie zu erschließen. Die Studierenden können unter Feldbedingungen wissenschaftlich arbeiten. Sie sind in der lage, sich selbstständig anhand von E-learning-Angeboten auf dem Fachgebiet weiterzubilden.
Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema der Meeresökologie eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Exkursion, Seminar, Vorträge

Inhalte

Vorlesung

Meeresökologie(WS): Gezeiten: Entstehung und Auswirkungen. Wind und Strömungen: Entstehung und Auswirkungen. Physikalisch-chemische Eigenschaften des Meerwassers: Wellen , Salinität, Licht und Temperatur im Meer. Physikalisch-chemische Eigenschaften des Meerwassers: Chemische Zusammensetzung, Geochemische Zyklen, Löslichkeit von Gasen, Phosphat und Nitrat- Zyklus. Plankton: Zusammensetzung, Probenentnahme, Unterteilungen, Phytoplankton und Zooplankton. Produktivität des Meeres: Primär-, Sekundär- und Tertiär- Produktion, Bestimmungen saisonbedingter Änderungen. Gezeitenzonen-Felswatt: Einflüsse auf die Lebensgemeinschaften am Ufer, Zonierungen, Indikator-Species, Exponierte und Geschützten Küsten, Mikrobiotope. Gezeitenzonen-Sandwatt: Entstehung – „Long-shore Transport“. Nordseeküste, Geomorphologische Zonierung, Sedimente. Gezeitenzonen- Schlickwatt: Korngrößenverteilungen, Wattbildung, Zonierung Salzwiesengürtel, Sukzessionen. Flußmündungen-Ästuare: Definition, Entstehung, Typen der Wasserzirkulation, Salinitätswechsel. Das Benthos: Eigenschaften des Lebensraums, Sedimenten,
Kalkschlämme, Kieselschlämme, Benthos, Probenentnahme; Artenverteilung, „Petersen Community Theory“, “Community Diversity”, der Tiefseefische.
Practical (SS)
Labor- und Feld-Untersuchungen.: „National Centre for Marine Field Studies Millport Scotland“ oder Bermuda Biological Station, Sommersemester Feldkartierunsarbeit auf der Grundlage der Populationsbiologie , Physiologische und Morphologische Untersuchungen vor Ort und im

Labor.
Übungen Felswatt-qualitativ: Artenvielfalt, Laminaria Holdfast Artenbestimmungen, Parasitenbefall L.littorrea.Übungen Felswatt-quantitativ: vertikale Strandhöhenvermessungen;, Abundance Scales“,“nearest neighbour analysis P. vulgata“,Morphotypen von N. lapillus. Übungen Sandwatt-qualitativ: Artenvielfalt, Meiofaunaproben, Korngrößenermittelung, Längenvermessungen A. tennuis. Übungen Sandwatt-quantitativ: Strand Profil, Körngröße, Salinitätmessungen, Arenicola –Verteilung und „nearest neighbour analysis“.Übungen Meiofauna: Bestimmungen und Verteilungen im Sediment.
Übungen Benthos: Probenentnahme Fairlie Channel, Artenbestimmungen, Quantitativ -Van Veen Greifer, Gastropoda, Bivalvia, Annelida, Echinodermata. Übungen Plankton: Probenentnahme, Artenvielfalt, Verteilung Netzgröße. Fischpraktikum: Artenbestimmungen, Altersbestimmungen, Mageninhalt, Parasitenbefall.
Seminar (WS)
In Seminaren sollen die fachlichen Inhalte von Vorlesungen und/oder Praktika vertieft werden. Die Studierenden sollen außerdem lernen, spezielle Themen eines Fachgebietes Meeresökologie theoretisch aufzuarbeiten und die Aufarbeitung innerhalb eines Vortrages zu präsentieren.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Vorbereitung anhand des Skriptums

Prüfungsformen
(1) Kompetenzbereich ´Wissen` (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte
der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich ´Dokumentation` (15 % der Note): Protokoll (Themenstellung, Durchführung,
Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)
(3) Kompetenzbereich ´Wissenschaftliches Präsentieren` (15 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs ´Wissen`
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
(4) Seminarvortrag
(5) Teilnahme an der Vorbesprechung und der Einführungsvorlesung

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Biologie, Bachelor Biologie International

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
(x) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen: dezentrale Platzvergabe

V446	V446 - Grundlagen der Biodiversität und Evolution
	Foundations of Biodiversity and Evolution

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Werner Kunz (Kunz@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Werner Kunz			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Werner Kunz (Kunz@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 15	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die verursachenden und treibenden Kräfte verstanden, die der Evolutionstheorie zugrunde liegen benennen.
Die Studierenden können die Unterschiede zwischen phänotypischer Vielfalt und homologer Verwandtschaft erklären.
Die Studierenden können die Unterschiede zwischen alleler Vielfalt und taxonomischer Gruppenbildung darstellen.
Die Studierenden können populationsgenetische Grundlagen mit biologischer Systematik verbinden.
Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen
Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Inhalte

Vorlesung und Seminar: Gesetze der Evolutionstheorie; Replikation, Mutation und Selektion; Zufallsprinzip und die Kontrolle durch die Selektion; der Zielbegriff in der Evolution; die Bedeutung der Überproduktion; Entstehung von Vielfalt; sympatrische und allopatrische Artentstehung; Artbildung durch sexuelle Selektion; merkmalsorientierte Klassenbildung; cladistische Aufspaltung; Monophylie, Paraphylie; Anagenese und Cladognese; biparentale und uniparentale Organismen; reproduktive Verbindung; Grenzen des Genflusses; der Homologiebegriff; hybridogene Artbildung; genetische Drift; Hardy-Weinberg-Gesetz; Morphogenese durch Strukturgene und Regulationsgene; genetische Grundlagen der Artbildung; artbildende Gene; die Gesetze der Artentstehung aufgrund von Umweltfaktoren und Genomeigenschaften; die Bedeutung alleler Häufigkeitsverteilungen in Bezug auf Art- und Rassenentstehung; innerartliche Unterschiede aufgrund von stabilen Polymorphismen; Ursachen des Artensterbens.
Praktikum: Demonstration von innerartlichen Morphen anhand von mehreren Schmetterlingsarten im Freiland; Demonstration der Unterschiede zwischen Morphen und Rassen am Beispiel von Schmetterlings- und Vogelarten; die Verbindung der dritten Mendelregel mit dem Auftreten von Morphen beim Widderchen Zygaena ephialtes; Dokumentation von Parasitismus und Symbiose bei Ameisenbläulingen im Freiland; genetische Polymorphismen und Selektion bei der Bänderschnecke Cepaea; Morphen am Beispiel von uni- und bivoltinen Tagfaltern.

Lehrformen Vorlesung, Seminar, Praktische Demonstrationen im Freiland
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Vorbereitung anhand von Powerpoint-Darstellungen auf der Homepage im Internet
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich Dokumentation (15 % der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion) (3) Orale Präsentation der einzelnen Versuche (15 % der Note): Kurzvortrag
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung, am Praktikum und am Seminar (2) Erstellung von Versuchsprotokollen, die den Anforderungen wissenschaftlicher Dokumentationen entsprechen (3) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt per E-Mail bei Prof. Kunz

V459	V459 - Aquatische Biologie- Methodische Anwendungen für Aquakulturen
&	Aquatic Biology – Methodological Applications for Aquaculture

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Bridges (bridges@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2020
Dozierende Prof. Dr. Fraune/ Prof. Dr. Bridges (bridges@uni-duesseldorf.de)			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Fraune/Prof. Dr. Bridges (bridges@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Sommersemester	**Gruppengröße** Max 8	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziel dieses Kurses ist es, die verschiedenen physiologischen und molekularen Methoden zu kommunizieren. Dies kann nun in der Aquakultur zusammen mit Feldbesuchen in bestehenden Einrichtungen für angewandte Forschung angewendet werden. Die Studierenden erhalten wertvolle Informationen aus dem angewandten Bereich der Aquakultur und können Kontakte knüpfen und sich für die künftig geplante Berufsorientierung vernetzen.

Lehrformen
Vorlesung, Exkursion, Seminar, Vorträge

Inhalte
Vorlesungen:
Die Grundvoraussetzungen für die Aquakultur werden zusammen mit praktischen Beispielen erläutert. In der Aquakultur verwendete physiologische Methoden zur Überwachung von Verhalten und Stress werden diskutiert. Es werden molekulare Methoden zur Überwachung von Fischbrutbeständen vorgestellt, einschließlich Fortpflanzung, Geschlechtsbestimmung und Abstammung des Nachkommens.

Praktika:
Dies wird sich mit der Überwachung der Atemfrequenz der Fische in der Lachsaufzuchtstation an der Haaspe Talsperre (Wiedereinführung von Lachs in das Rhein) über 3 Tage befassen, gefolgt von einer 5-tägigen Exkursion zu den Aquakultursystemen im Norden Deutschlands (AWI Aquaculture Center) ; GMA (Uni..Kiel); Landesfischrei Anstalten Born und Höhe Wangelin, Mecklenberg-Vorpommern); Ozenarium Stralsund)

Seminar:
Jeder Teilnehmer muss eine Präsentation zu einem Thema der Aquakultur über eine bestimmte Art halten, wie zum Beispiel Weichtiere, Krebstiere, Fische usw. Verschiedene Aspekte der Larvenaufzucht zur Krankheitsbekämpfung werden diskutiert. Das Seminar wird die erlernten physiologischen und molekularen Methoden mit praktischen Beispielen vertiefen.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert werden.
Inhaltlich: Vorbereitung anhand des Skripts

Prüfungsformen (1) Kompetenzbereich ´Wissen` (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich ´Dokumentation` (15 % der Note): Protokoll (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente) (3) Kompetenzbereich ´Wissenschaftliches Präsentieren` (15 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion. Fragen formulieren und beantworten)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs ´Wissen` (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Seminarvortrag (5) Teilnahme an der on-line Vorbesprechung und der Einführungsvorlesung
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biologie, Bachelor Biologie International
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen: dezentrale Platzvergabe

V474	V474 - Molekulare Biotechnologie der Pflanzen
	Genomics and Molecular Biology of Plants

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Peter Westhoff (west@hhu.de)			**Stand:** 02.07.2018
Dozierende Dr. Karin und andere			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Karin Ernst (karin.ernst@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Wintersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können grundlegende Konzepte und Methoden der molekularen Biotechnologie der Pflanzen beschreiben und erklären sowie das erworbene Methodenwissen praktisch anwenden. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche präzise dokumentieren, auswerten und bewerten. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachlicher Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

- Einführung in die Kulturpflanzen: Sozioökonomie, Vorkommen und Herkunft, Domestizierung, genetische Diversität, Ziele und Methoden der Pflanzenzüchtung.
- Transformation von Pflanzen: Biologie von Agrobacterium tumefaciens, Pflanzentransformation mittels Agrobacterium, alternative Transformationsverfahren.
- Quantitative Eigenschaften: Definition quantitativer Eigenschaften (QTL: "quantitative trait locus"), phänotypische Varianz, Ziele und Durchführung einer QTL-Analyse (molekulare Marker, aufspaltende Kartierungspopulationen, Phänotypisierung, Verrechnungsverfahren für QTL), Molekulare Isolierung von QTL, Fallbeispiele molekular charakterisierter QTL, Assoziationskartierung.
- Pflanzenzüchtung mit transgenen Pflanzen: gentechnisches Handwerkszeug (Promotoren, RNAi-Verfahren), Verbesserung des Ertrags (Beispiel Reis), Qualitätszüchtung (Modifizierung des Lipidstoffwechsels), Resistenzzüchtung (Beispiel Salztoleranz)

Praktikum:

- Analyse genetischer Diversität beim Mais: Amplifizierung distinkter Genloci aus verschiedenen Inzuchtlinien und Landrassen, DNA-Sequenzierung der Amplifikate, computergestützte Auswertung und Vergleich der Sequenzen.
- Transiente Transformation von Nicotiana benthamiana: Transformation mit Agrobacterium tumefaciens, Isolierung von Mesophyllprotoplasten, fluoreszenzmikroskopische Analyse

der Expression von Promotor-Reportergen (GFP)-Konstrukten.

- Phänotypische Auswirkungen von Trockenstress bei verschiedenen Maisvarietäten: Habitusunterschiede bei Spross und Wurzeln, Chlorophyllgehalte, Wasserpotential und stomatäre Leitfähigkeit von Blättern.
- Einfluss von Nitrat auf die Physiologie und Morphologie verschiedener Maisvarietäten: Computer-gestützte Analyse der Wurzelarchitektur von Keimpflanzen bei unterschiedlichen Nitratkonzentrationen, Physiologie von Maisvarietäten in der Hydroponkultur (Photosynthesemessungen, Nitratanhäufung, Expression von Genen der Nitratassimilation).

Seminar:

Ausgewählte Original-und Übersichtsarbeiten zur Historie, Domestizierung, sozioökonomischen Bedeutung,Physiologie und gentechnischen Veränderung von Kulturpflanzen.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:

1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)
3) Kompetenzbereich Präsentation: Erarbeitung des Stoffes, Darstellung der Inhalte, Vortrag und Diskussion (10%)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht
4) Teilnahme am Seminar und Absolvieren eines Seminarvortrages

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor, Bachelor International und Quantitative Biologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelorstudiengang Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
(x) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V482	V482 - Statistische Datenanalyse Statistical Data Analysis

Modulverantwortliche/r Oliver Ebenhöh (oliver.ebenhoeh@uni-duesseldorf.de)	**Stand:** 27.03.2019
Dozentinnen/Dozenten Oliver Ebenhöh, Ovidiu Popa	**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Oliver Ebenhöh (oliver.ebenhoeh@uni-duesseldorf.de)	**Modus:** Wahlpflichtmodul

Arbeitsaufwand	Leistungspunkte	Kontaktzeit	Selbststudium	Dauer
270 h	9 CP	120 h	150	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Häufigkeit des Angebots	Gruppengröße
Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	Jedes Sommersemester	15

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden verstehen die Konzepte, welche den verschieden statistischen Testmethoden unterliegen. Sie können die verschiedenen statistischen Tests den Problemen zuordnen. Die Studierenden sind mit den Techniken vertraut, die zur Reduktion von hochdimensionalen Datensätzen verwandt werden. Sie können die vermittelten statistischen Konzepte in einer gängigen Programmiersprache (R) umsetzen.

Lehrformen
Vorlesung mit praktischen Übungen

Inhalte
Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der statistischen Datenanalyse. Die Studenten erlernen dabei nicht nur die Durchführung von statistischen Tests, sondern auch die Beschränkungen in deren Anwendbarkeit. Es werden ausführlich die Methoden der parametrischen und nicht-parametrischen Tests behandelt, wie z.B. Permutationstests sowie Korrelationen in Datensätzen mittels Regression und die Beurteilung der statistischen Signifikanz. Ein weiterer Schwerpunkt des Moduls ist die Einführung von Netzwerk basierten Methoden (bayesische Netzwerke und Graphentheorie) um Zusammenhänge in biologische Datensätze zu identifizieren und zu charakterisieren.
Die Vorlesung wird durch eine Einführung in die Programmiersprache R begleitet (Vorkenntnisse in der Programmierung werden nicht vorausgesetzt). In den Übungen am Computer werden die Inhalte der Vorlesung praktisch umgesetzt.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundlegende mathematische Kenntnisse müssen vorhanden sein

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:

1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und der Übungen
2) Kompetenzbereich Anwendung von Wissen (30% der Note): Übungen

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
Kompetenzbereich „Wissen“ bestanden und 50% der Übungen

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor, Bachelor International und Quantitative Biologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelorstudiengang Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V484	V484 - Phänotypische Anpassung der Pflanzen Phenotypic Adjustment of Plants

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Ulrich Schurr (u.schurr@fz-juelich.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Ulrich Schurr, PD Dr. Shizue Matsubara			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation PD Dr. Shizue Matsubara (s.matsubara@fz-juelich.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 12	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können grundlegende Konzepte der phänotypischen Anpassung der Pflanzen erklären und kennen einschlägige Methoden der Pflanzenphänotypisierung und können sie praktisch anwenden. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche dokumentieren, auswerten und bewerten. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachlicher Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen
Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte
Vorlesung:
(1) Entstehung des Phänotyps: Genotyp-Phänotyp
(2) Genetisch bedingte und umweltbedingte Anpassung: Ökotypen; Mutanten; "Green Revolution"; Umweltanpassung; Stressanpassung
(3) Morphologische und physiologische Anpassung: Struktur-Funktion; Musterbildung; Anpassung der Resourcennutzung und –verteilung
(4) Physiologische Anpassung: Trockenstress; Hitzestress
(5) Lichtanpassung: Sonnen- und Schattenblätter; "Shade Avoidance Syndrome"; Photorezeptoren; Anpassung an zeitlich dynamische und räumlich heterogene Lichtbedingungen

Praktikum:
(1) Morphologische Analysen: Sprossarchitektur; Blattmorphologie
(2) Analysen von Blattwachstum: Bestimmung der Wuchsrate; Frisch- und Trockengewicht
(3) Analysen der Photosynthese: Chlorophyll-Fluoreszenzanalyse
(4) Bestimmung von Inhaltsstoffen (z.B. Pigmente, Kohlenhydrate oder Proteine)
(5) Statistische Datenanalyse und Darstellung der Ergebnisse

Seminar:
Ausgewählte Themen über Lichtanpassung (Literaturseminar); Präsentation experimenteller Ergebnisse (Vortrag)

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein.
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll (Methodenbeschreibung, Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente) (3) Kompetenzbereich Präsentation (10% der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrags über eigene Ergebnisse
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Halten eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Das Modul findet am Forschungszentrum Jülich statt.

V485	V485 - Modellorganismus Drosophila
	Model Organism Drosophila

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Hermann Aberle (aberle@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende Prof. Dr. Hermann Aberle			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Hermann Aberle (aberle@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Sommersemester, Fenster 2	**Gruppengröße** 12	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden erlernen grundlegende Techniken und Arbeitsschritte im Umgang mit dem Modellorganismus Drosophila melanogaster. Sie sind in der Lage einfache Experimente (z. B. Analyse von Mutanten, Überexpression von Genen) zu planen und praktisch durchzuführen. Die Studierenden können die Versuche präzise dokumentieren, auswerten und bewerten.

Lehrformen
Vorlesung mit praktischen Übungen im Labor

Inhalte
In der Vorlesung erhalten die Studierenden neben grundlegenden Fakten zur Entstehung des Nervensystems und anderen Geweben während der Embryonalentwicklung auch detaillierte Informationen zu den im Modul verwendeten Methoden und Techniken. Im praktischen Teil erlernen die Studierenden den Umgang mit Drosophila Kulturen sowie sichtbaren Markern, typischen Balancer Chromosomen und genetischen Konstrukten. Unter Anleitung untersuchen sie mit immunohistochemischen Verfahren und konfokaler Mikroskopie das zelluläre Adhäsionsprotein Fasciclin-II auf mRNA- und Protein-Ebene. Die erzielten Ergebnisse werden am Computer selbständig bearbeitet und ausgewertet.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Vorbereitung anhand des Skriptums

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (80% der Note): schriftliche Prüfung
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe einer wissenschaftlichen Dokumentation (Protokoll)

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Bachelor Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein.

9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V487	V487 - Systematik der Blütenpflanzen Systematics of flowering plants		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Jürgen Zeier (Juergen.Zeier@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Jürgen Zeier, Dr. Ulf Schmitz			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Jürgen Zeier (Juergen.Zeier@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 15	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können verschiedene Pflanzenspezies der einheimischen Vegetation anhand von Habitus- und Blütenmerkmalen in Familien einordnen. Mit Hilfe von Bestimmungsbüchern sind sie in der Lage, Artbestimmungen durchzuführen. Die Studierenden sind mit der Flora typischer einheimischer Standorte vertraut und können strukturelle und chemische Charakteristika verschiedener Taxa der Angiospermen unterscheiden. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen. Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

- Kriterien und Methoden der Systematik (strukturelle und molekulare Systematik)
- Phylogenetisch-systematischer Überblick über die Angiospermen
- Merkmale ausgewählter Familien
- Nutzpflanzen
- Phytochemische Aspekte und pflanzlicher Sekundärstoffwechsel

Praktikum:

- Anwendung von Bestimmungsschlüsseln zur Artbestimmung
- Botanische Exkursionen zu ausgewählten einheimischen Standorten, Beschreibung von Standortcharakteristka und ökologischen Anpassungen
- Nutzpflanzenexkursion (Botanischer Garten)
- Analytisch-chemische Identifizierung ausgewählter Sekundärstoffklassen

Seminar:

Ausgewählte Original- und Übersichtsarbeiten zur

- Systematik, Ökophysiologie und Phytochemie der Blütenpflanzen
- Bedeutung von Nutz- und Kulturpflanzen sowie gentechnologische Aspekte

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich ´Wissen` (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich ´Dokumentation` (15 % der Note): schriftliche Aufzeichnungen zur Pflanzenbestimmung (3) Kompetenzbereich ´Wissenschaftliches Präsentieren` (15 % der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs ´Wissen` (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum und an den Exkursionen (3) Abgabe schriftliche Aufzeichnungen zur Pflanzenbestimmung (4) Seminarvortrag
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V488	V488 - Molekulare Evolution Molecular Evolution

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Laura Rose (laura.rose@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Laura Rose (laura.rose@hhu.de), Dr. Thorsten Klösges (thorsten.kloesges@hhu.de)			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Laura Rose (laura.rose@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 14	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der molekularen Evolution beschreiben.
Die Studierenden können selbstständig größere Datenmengen in Tabellenkalkulations- und Statistikprogrammen auswerten.
Die Studierenden können ihre Ergebnisse mittels Primärliteratur und Sekundärliteratur diskutieren.

Lehrformen
Vorlesung, Diskussionen, Praktische Übungen im Computerlabor

Inhalte
Vorlesung: Es werden die grundlegenden Aspekte der molekularen Evolution abgedeckt. Dies umfasst Proteinsequenzevolution, Nukleotidsequenzevolution, die molekulare Uhr, relative-rate-Test, die Neutrale Theorie, die fast Neutrale Theorie, Ursprung und Evolution von Genfamilien und populationsgenetische und phylogenetische Methoden. Den Studierenden werden die verschiedenen Formen der natürlichen Selektion wie gerichteter, balancierter und negativer Selektion aufgezeigt und sie werden in den fortschrittlichsten Methoden zur Identifikation natürlicher Selektion und Genomevolution unterrichtet. Diese Themen werden intensiviert durch das lesen von Primärliteratur und deren Diskussion während der Vorlesung.

Übung: Die Übungen finden im Computerlabor statt und die Studierenden wenden die Methoden aus der Vorlesung in praktischen Aufgaben an. Sie lernen, wie man öffentliche Sequenzdatenbanken, wie z.B. NCBI, benutzt, um DNA- oder Proteinsequenzen zu finden und herunter zu laden. Sie nutzen frei verfügbare Software um Alignments dieser Sequenzen zu erstellen. Damit werden populationsgenetische Analysen mit der Software DnaSP und phylogenetische Analysen mit den Programmen PAUP und Mr. Bayes durchgeführt. Zum Abschluss des Kurses präsentieren die Studierenden die Resultate ihrer Analysen.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
Schriftliche Prüfung (70%),
Referat über Ergebnisse (30%)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul regelmäßige Teilnahme an den Übungen, mindestens ausreichend bewerteter Vortrag und bestandene Modulklausur
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V490	V490 - Krankheiten des zentralen Nervensystems V490 - Diseases of the central nervous system

Modulverantwortlicher PD Dr. Carsten Berndt			**Status:** 06.07.2018
Dozierende Dr. Carsten Berndt, Dr. Tim Prozorovskiy			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation und Kontakt Dr. Carsten Berndt (carsten.berndt@med.uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Wintersemester	**Gruppengröße** 6	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können
• verschiedene Krankheiten des ZNS definieren und ihre zugrunde liegenden molekularen Mechanismen erklären, sowie wichtige zelluläre Signalwege in Entwicklung, Krankheit und Regeneration darstellen
• die zugrunde liegende Theorie bestimmter biochemischer, molekularbiologischer, und zellbiologischer Methoden erläutern
• diese Methoden unter Anleitung durchführen (die niedrige Teilnehmerzahl gewährleistet das praktische Training für jeden Teilnehmer)
• die durchgeführten Experimente und die gewonnenen Daten als Poster publikationsreif beschreiben und präsentieren
• ein zum Modul passendes Thema ableiten, dazu eine zielgruppengerechte Präsentation erstellen und diese vor einer Gruppe vortragen und diskutieren
• die Benutzung der Wissenschaftssprache Englisch in Wort und Schrift üben

Lehrformen
Praktikums-begleitende Vorlesung
Praktikum mit eigenständiger Versuchsdurchführung in Zweiergruppen und anschließender Präsentation der Ergebnisse
Seminarvortrag (Powerpoint-Präsentation) jedes Praktikumsteilnehmers

Inhalte
Praktikums-begleitende Vorlesung: Entwicklung des zentralen Nervensystems, Struktur und Zelltypen des zentralen Nervensystems; Autoimmun-Krankheiten; Neurodegenerative Krankheiten; Modellorganismen für Entwicklung und Krankheiten des zentralen Nervensystems, Regeneration; Molekulare Grundlagen von Entwicklung, Krankheiten und Regeneration des zentralen Nervensystems (Signalwege, Zelltod-Mechanismen)

Praktikum: abhängig von der aktuellen Forschung; Methoden: Zellkultur, Immunohistochemie, Biochemie (z.B. Western Blot), quantitative PCR, rekombinante Proteinexpression

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Interesse an der Neurobiologie und Zellbiologie

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich „Wissen“ (50% der Note): Schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (Englisch/Deutsch) (2) Kompetenzbereich „Dokumentation“ (25% der Note): Erstellung eines Posters basierend auf der Auswertung der Praktikumsversuche (Englisch) (3) Kompetenzbereich „Wissenschaftliche Präsentation“ (25% der Note): Seminarvortrag zu einem selbstgewählten zum Modul passenden Thema (Englisch)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (2) Bestehen des Kompetenzbereichs „Wissen“ (3) Präsentation eines wissenschaftlichen Posters (4) Seminarvortrag
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Die Anmeldung für das Praktikum erfolgt dezentral über Dr. Carsten Berndt (carsten.berndt@med.uni-duesseldorf.de). Die Anmeldung muss drei Wochen vor der ersten Registrierungsrunde im LSF erfolgen.

V492	V492 - Proteinfaltung und Proteinfehlfaltungskrankheiten **Protein Folding and Protein Misfolding Diseases**		
Modulverantwortliche/r Dr. Philipp Neudecker (philipp.neudecker@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. Philipp Neudecker			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Philipp Neudecker (philipp.neudecker@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 1	**Gruppengröße** 6	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden thermodynamischen und strukturbiologischen Konzepte und Modellvorstellungen der Proteinfaltung erläutern. Sie haben einen Überblick über die verfügbaren biophysikalischen Methoden zur Untersuchung von Proteinfaltungs-Gleichgewichten und die Vor- und Nachteile dieser Methoden. Sie können eine Auswahl dieser Methoden (insbesondere CD- und NMR-Spektroskopie) selbstständig durchführen und auswerten. Sie wissen um die Existenz und Bedeutung der zellulären Mechanismen zur Protein-Homöostase. Sie kennen den Zusammenhang zwischen Fehlfaltung und Aggregation und können die charakteristischen Strukturprinzipien verschiedener Klassen von Aggregaten (Oligomere, amorphe Aggregate, Amyloid-Fibrillen) beschreiben. Sie haben einen Überblick über die verfügbaren biophysikalischen Methoden zur Untersuchung der Proteinaggregation und können eine Auswahl dieser Methoden (insbesondere colorimetrische Assays, CD- Spektroskopie) selbstständig durchführen und auswerten. Sie kennen die wichtigsten biologischen Funktionen von Amyloiden einerseits und amyloidosen Erkrankungen einschließlich infektiöser Formen (Prionenerkrankungen) andererseits. Sie haben einen Einblick in die gängigen Hypothesen zu Toxizitäts- und Pathogenizitätsmechanismen von Amyloiden sowie in die Ansätze zur Diagnose und Therapie von Amyloidosen und die damit verbundenen Herausforderungen. Die Studierenden können die durchgeführten Experimente lege artis dokumentieren und diskutieren. Sie können sich ein vorgegebenes Thema aus der aktuellen englischsprachigen Fachliteratur erarbeiten und es verständlich präsentieren.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

• Wiederholung der Grundprinzipien von Proteinstrukturen und der relevanten physikalischen Wechselwirkungen in Lösung, Proteinstrukturaufklärung
• Thermodynamische Grundlagen der Proteinfaltung
• Faltungskinetik, Arrhenius-Modell, Übergangszustände, Intermediate, typische Zeitskalen, Levinthal-Paradox
• Experimentelle Methoden zur Untersuchung der Kinetik, Thermodynamik und Struktur von

Proteinfaltungs-Gleichgewichten (CD-, Fluoreszenz-, NMR-Spektroskopie, Gleichgewichts-/Hitze-Denaturierung, Stopped-/Quenched-Flow, T-/p-/E-Jump, Kalorimetrie, Φ-Werte)
• Theoretische Methoden (z. B. Moleküldynamik-Simulationen, Go-Modell, ROSETTA, FoldIt)
• Modellvorstellungen in der Proteinfaltung (Random Coil, Framework-Modell, Hydrophober Kollaps, Nukleation-Kondensation, Molten Globules, Faltungstrichter, Frustration, Crowding)
• Protein-Homöostase (Proteinsynthese, Chaperone, zelluläre Degradationsmaschinerien)
• Zusammenhang zwischen Proteinfaltung, Fehlfaltung und Aggregation
• Strukturelle Grundprinzipien von Proteinaggregaten (Oligomere, amorphe Aggregate, Amyloid-Fibrillen)
• Experimentelle Methoden zur Untersuchung der Proteinaggregation (colorimetrische Assays, CD-, FT-IR-, ssNMR-Spektroskopie, EM, AFM, Röntgen-Faserbeugung, Lichtstreuung, Ultrazentrifugation)
• Biologische Funktionen von Amyloid-Fibrillen (z. B. als Matrix, zur Proteininaktivierung, zur Speicherung von Peptidhormonen in Sekretions-Vesikeln)
• Wichtige Amyloidosen (M. Alzheimer, M. Parkinson, ALS, Typ-II-Diabetes, Katarakt etc.)
• Infektiöse Amyloidosen / Prionenerkrankungen
• Hypothesen zu Toxizitäts- und Pathogenizitätsmechanismen von Amyloidosen
• Ansätze zur (frühzeitigen) Diagnose und Therapie von Amyloidosen und damit verbundene Herausforderungen

Praktikum:
• CD-Spektroskopie (sekundärstrukturtypische CD-Spektren; Schmelzkurve einer SH3-Domäne, Bestimmung der thermodynamischen Parameter aus der Schmelzkurve, spezifische Wärmekapazität der Faltung)
• NMR-Spektroskopie (Grundlagen; Aufnahme von ein- und mehrdimensionalen NMRSpektren; Prozessierung und Analyse der Spektren mit NMRPipe und NMRView; Messung des H/D-Amidprotonenaustausches einer SH3-Domäne, Bestimmung der Schutzfaktoren, Sekundärstrukturanalyse des Faltungsintermediats; Aufnahme von CPMG- Experimenten, Bestimmung der Faltungkinetik und Rekonstruktion der chemischen Verschiebungen des Faltungsintermediats und des denaturierten Zustands aus den CPMG- Daten, Sekundärstrukturbestimmung aus chemischen Verschiebungen mit RCI, Ausblick: TALOS+, CSROSETTA, CamShift)
• Quantifizierung des zeitlichen Verlaufs der Fibrillenbildung des Aβ-Peptids mittels Thioflavin-T-Fluoreszenz (Grundlagen; Beobachtung der Verzögerungsphase, Nukleations-Wachstums-Modell)
• Visualisierung und Analyse von nativen Proteinstrukturen, Faltungsintermediaten, Oligomeren und Fibrillen mit bioinformatischen Methoden

Seminar:
Jeder Teilnehmer hält einen Vortrag zu einem aktuellen Forschungsthema im Bereich Proteinfaltung und Proteinfehlfaltungskrankheiten auf der Grundlage der englischsprachigen Fachliteratur.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Die Grundprinzipien des Aufbaus von Aminosäuren und Proteinstrukturen sowie das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden vorausgesetzt und nur kurz wiederholt.

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich „Wissen“ (70% der Note): mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums.
(2) Kompetenzbereich „Dokumentation“ (20% der Note): Protokoll (Darstellung der Grundlagen, Dokumentation der wesentlichen Arbeitsschritte, Auswertung und Diskussion der Experimente)
(3) Kompetenzbereich „Wissenschaftliches Präsentieren“ (10% der Note): Seminarvortrag (Stoff erarbeiten, Inhalte graphisch darstellen, vortragen, diskutieren)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereiches Wissen. (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum. (3) Protokoll, das die Anforderungen an eine wissenschaftliche Dokumentation erfüllt. (4) Halten eines Seminarvortrages, der mindestens den Minimalstandards genügt.
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V493	V493 - Von der Genomsequenz zur Proteinexpression From genome sequence to protein expression		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Petra Bauer (petra.bauer@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. Tzvetina Brumbarova, Dr. PD Rumen Ivanov			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Petra Bauer (petra.bauer@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 1	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte, den theoretischen Hintergrund und Vorgehensweise zur Herstellung eines rekombinanten Plasmids ausgehend von Genomsequenzinformationen und anschließender Verwendung des Plasmids zur kontrollierten Proteinexpression in Zellen. Am Ende des Kurses können die Studierenden hierzu einen experimentellen Plan entwerfen. Sie erläutern die jeweils notwendigen Zwischenschritte und erwarteten experimentellen Zwischenergebnisse anhand eines eigenen Flussschemas. Die Studierenden nennen Kontrollexperimente, die für die Interpretation der Ergebnisse wesentlich sind, und sie begründen damit, ob die Klonierung und Proteinexpression erfolgreich waren bzw. bei welchen Zwischenschritten Probleme auftraten. Sie können die Prinzipien der Methoden erklären. Die Studierenden nennen und erläutern Anwendungsbeispiele für Klonierung und Proteinexpression. Die Studierenden können einfache Experimente/Techniken im Labor planen und praktisch ausführen, die durchgeführten Versuche protokollieren und auswerten. Die Studierenden können selbstständig und sachgerecht mit den grundlegenden Messgeräten und anderen Apparaturen bzw. Instrumenten aus dem Labor umgehen. Die Studierenden erstellen eine zielgruppengerechte Präsentation in Form eines Vortrags. Die Studierenden erkennen die Meilensteine der praktischen Arbeit (wesentliche
Zwischenergebnisse und Endergebnisse) und stellen sie übersichtlich in geeigneten Abbildungen dar.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Genomsequenz, Genomdatenbanken, Modellsysteme, Klonierungsstrategien und - verfahrensweisen, Plasmide und Eigenschaften, DNA Analyse (PCR, Restriktionsenzyme, Sequenzierung), Ligation, Transformation, *E. coli* Stämme und Eigenschaften, Selektion, stabile und transiente Proteinexpression, Proteinextraktion, Konzentrationsbestimmung, Proteingelelektrophorese, Proteinnachweise, Fusionsproteine, Anwendungsbeispiele von Klonierung und Proteinexpression anhand einer Veröffentlichung, Planung von Experimenten,
Flussdiagramme, Datenanalyse, Darstellung von Ergebnissen.

Praktikum: in silico Sequenzanalyse, Klonierung von DNA Fragmenten in einen Proteinexpressionsvektor (PCR, Restriktion, Ligation, Transformation *E. coli*, Selektion, Plasmid DNA Aufreinigung, Sequenzierung, Proteinexpression (z.B. in *E. coli*), Proteinextraktion, Proteinkonzentrationsbestimmung, SDS-PAGE, Western Blot, Coumassie Färbung. Seminar: Die Studierenden halten Vorträge zum experimentellen Verfahren und ihren Ergebnissen.
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Keine
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: 1. Kompetenzbereich "Wissen" (60 % der Modulnote): mündliche Prüfung über die Lernergebnisse, Inhalte der Vorlesung und des Praktikums 2. Kompetenzbereich "schriftliche Dokumentation" (20 % der Modulnote): schriftlicher Bericht 3. Kompetenzbereich "mündliche Präsentation" (20 % der Modulnote): Vortrag
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul 1. Bestehen der Prüfung 2. Regelmäßige und aktive Teilnahme an allen Veranstaltungen des Moduls 3. Abgabe eines schriftlichen Protokolls, das den Anforderungen an wissenschaftliche Dokumentation entspricht 4. Vortrag über Versuchsansätze und -ergebnisse aus dem Modul, der den Anforderungen an wissenschaftliche Dokumentation und Präsentation entspricht
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V494	V494 - Einführung in die mathematische Modellierung biologischer Systeme mit MATLAB
	Introduction to Mathematical Modelling of Biological Systems using MATLAB

Modulverantwortliche/r Jun.-Prof. Dr. Oliver Ebenhöh (oliver.ebenhoeh@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Jun.-Prof. Dr. Oliver Ebenhöh			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Jun.-Prof. Dr. Oliver Ebenhöh (oliver.ebenhoeh@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 15	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können einfache mathematische Modelle, die Prototypen biologischer Systeme beschreiben. Die Studierenden können einfache dynamische Systeme mit Gleichungen beschreiben. Die Studierenden können einfache dynamische Systeme mit MATLAB simulieren und die Ergebnisse graphisch auf verschiedene Weise darstellen und interpretieren. Die Studierenden sind in der Lage, einfache mathematische Modelle zu analysieren.

Lehrformen
Vorlesungen mit praktischen Übungen, Präsentation der Übungslösungen

Inhalte
Vorlesung:

Im ersten Teil werden mathematische Grundlagen eingeführt, die zur Beschreibung biologischer Systeme mit mathematischen Gleichungen benötigt werden. Dies sind insbesondere Differential- und Integralrechnung und Differentialgleichungen. Diese werden anhand einfacher Beispiele anschaulich eingeführt. Im zweiten Teil werden elementare Analysetechniken wie die Bestimmung von Fixpunkten und deren Stabilität eingeführt. Bestandteil der Vorlesung ist auch eine Einführung in MATLAB. Die benötigten Befehle werden jeweils im Zusammenhang mit der behandelten mathematischen Thematik diskutiert.

Übungen:

Die theoretischen Grundlagen werden jeweils in der Vorlesung vor den Übungen vermittelt. In den Übungen werden die Inhalte durch praktische Arbeiten am Computer vertieft. Die Übungen dienen insbesondere dem Training im Umgang mit der Simulationssoftware MATLAB. In den Übungen werden klassische Modelle der Biologie, die wesentliche dynamische Verhaltensweisen aufzeigen (z.B. Bistabilität, Oszillationen etc.) ausführlich untersucht.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Mathematische Grundkenntnisse

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Schriftliche Prüfung (bei weniger als 8 Teilnehmern eventuell mündliche Prüfung) über Inhalte der Vorlesung und Übungen. (60%) (2) Übungsaufgaben (40%)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung (2) Pünktliche Abgabe der Übungsaufgaben, die gemäß dem Minimalstandard bearbeitet wurden (3) Bestehen der Abschlussprüfung
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V496	V496 - Quantitative Genetik der Pflanzen Plant Quantitative Genetics		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Maria von Korff Schmising (korff@mpipz.mpg.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Prof. Dr. Maria von Korff Schmising und Mitarbeiter			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Maria von Korff Schmising (korff@mpipz.mpg.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 3	**Gruppengröße** 8	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können grundlegende Konzepte und Methoden der quantitativen Genetik der Pflanzen beschreiben und erklären sowie das erworbene Methodenwissen praktisch anwenden. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche präzise dokumentieren, auswerten und bewerten. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachlicher Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

(1) Einführung in die Grundlagen der Populationsgenetik und quantitativen Genetik: genetische Varianz, Populationsstruktur, Selektion, Mutation, Genetischer Drift, Hardy-Weinberg Gleichgewicht, phänotypische Varianz
(2) Einführung in die Pflanzengenomik: Molekulare Marker, Erstellung von genetischen Karten, Sequenziermethoden, Next-Generation Sequencing, Genomassemblierung
(3) Einführung in die Kartierung quantitativer Eigenschaften: QTL (quantitative trait locus) Analyse, Assoziationskartierung, Phänotypisierung, Verrechnungsverfahren für QTL, molekulare Isolierung von QTL.
(4) Anwendung der quantitativen Genetik in der Pflanzenzüchtung: Zuchtmethoden, Marker gestützte Selektion, Genomische Selektion

Praktikum:

(1) Sequenzierung von Kandidatengenen in diversen Gerstenlinien, Sequenzanalyse, Analyse von genetischer Diversität
(2) Design von molekularen Markern für die Genotypisierung, Erstellung einer genetischen Karte in einer segregierenden Gerstenpopulation
(3) Phänotypisierung von Entwicklungsmerkmalen der Gerstenpopulation in verschiedenen Umwelten (Kontrol und Stressbedingungen), Bestimmung von genetischer und Umwelt-abhängiger Varianz
(4) Durchführung einer QTL-Analyse mittels genetischer Marker, Bestimmung von QTL-Effekten in verschiedenen Umwelten.

Seminar:

Ausgewählte Original- und Übersichtsarbeiten zur quantitativen Genetik und Genomik in Kulturpflanzen.

Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Keine
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich Dokumentation (20 % der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente) (3) Kompetenzbereich Präsentation (10 % der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrags
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Halten eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Das Modul findet am **Max Planck Institut für Pflanzenzüchtungsforschung in Köln** statt. Für den Transport vom Kölner HBF zum MPIPZ steht ein Shuttlebus zur Verfügung.

V501	V501 - Biophysik der Zelle
	Physical Biology of the Cell

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Matias Zurbriggen (Matias.Zurbriggen@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 26.06.2018
Dozierende Prof. Dr. Matias Zurbriggen, Prof. Dr. Alexander Büll (Alexander.Buell@uni-duesseldorf.de)			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Matias Zurbriggen, Prof. Dr. Alexander Büll (Alexander.Buell@uni-duesseldorf.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Winter- und Sommersemester, Fenster 3	**Gruppengröße** 15	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können grundlegende biophysikalische Prozesse im Bereich der Zell- und Molekularbiologie beschreiben und erklären. Sie haben ein quantitatives Verständnis fundamentaler biologischer Prozesse. Sie können die in diesem Modul verwendeten Messgerät-Typen sicher bedienen und ihre Ausgaben selbstständig auswerten. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse ihrer Experimente sachgerecht zu dokumentieren und zu interpretieren sowie in eingängiger Form mündlich und schriftlich zu präsentieren.

Lehrformen

Vorlesung, Literaturseminar, Übungen, Praktikum mit Protokoll

Inhalte

Die Vorlesung vermittelt die mathematischen und physikalischen Grundlagen der Zell- und Molekularbiologie.Dabei stehen grundlegende physikalische Konzepte im Vordergrund, die für ein quantitatives Verständnis biologischer Prozesse unerlässlich sind. Die Studenten werden auch mit modernen Methoden der Synthetischen Biologie vertraut gemacht, die eine quantitative Beschreibung zellulärer Prozesse ermöglichen. Die Studenten werden lernen, dass die Anwendung weniger grundlegender physikalischer Modelle es ermöglicht, ein quantitatives Verständnis für so unterschiedliche biologische Prozesse wie Zellteilung oder Proteinaggregation in neurodegenerativen Erkrankungen (Alzheimer, Parkinson) zu entwickeln.

Die Übungen werden den quantitativen Teil der Veranstaltung vertiefen und das Verständnis der Bedeutung
mathematischer Modelle in der Zell- und Molekularbiologie entwickeln. Die bearbeiteten Übungen werden mit den Studenten besprochen.

Im praktischen Teil des Biophysikkurses werden anhand einfacher Modellsysteme (Enzymkinetik, Zellwachstum) quantitative Herangehensweisen an biologische Probleme geübt. Außerdem werden quantitative genetisch kodierte Biosensoren für Pflanzenhormone für die Bestimmung von Hormonspiegeln in Zellen mit höchster Sensitivität und Spezifizität eingesetzt. Die Studenten werden angeleitet, ihr Projekt mit einem Protokoll einschließlich ausführlicher Datenanalyse abzuschließen.
Literaturseminar der Studenten über klassische und aktuelle Originalarbeiten zu den Themen der Vorlesung
und des Praktikums.

Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Physik- und Biophysik-Inhalte des 1. bzw. 3. Semesters
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus:
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum, den Übungen und dem Literaturseminar. (2) Rechtzeitige Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (3) Bestehen der Abschlussprüfung des Kompetenzbereichs Wissen
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch (x) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Das Modul wird zentral vergeben. Als Lehrbuch wird „Physical Biology of the Cell“ (2. Auflage) von Phillips / Kondev / Therio / Garciat verwendet.

V504	V504 - Big Data Biologie Big Data Biology		
Modulverantwortliche/r Jun.-Prof. Dr. Ing. Ilka Maria Axmann (Ilka.Axmann@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Jun.-Prof. Dr. Ing. Ilka Maria Axmann, Jun. Prof. Dr. Mathias Beller, M.Sc. Nicolas Schmelling			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation M.Sc. Nicolas Schmelling (Nicolas.Schmelling@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Sommersemester, Fenster 3	**Gruppengröße** 10	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden verfügen über die Grundlagen der Programmiersprache Python. Sie sind in der Lage mit Hilfe der Programmiersprache Python Datensätze reproduzierbar zu analysieren, die Ergebnisse statistisch auszuwerten und anschließend die Daten zu interpretieren. Sie lernen Daten zu beurteilen, zu analysieren und die wichtigsten Erkenntnisse in publikationsreifer Form grafisch darzustellen.

Lehrformen
Vorlesung und selbstständige praktische Übungen am Computer

Inhalte
Vorlesung:
Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der datenintensiven Biologie. Die Studierenden werden mit Grundprinzipien von Hochdurchsatztechnologien (DNA Sequenzierung, Microarray, Massenspektrometrie, Durchflusszytometrie, Expressions- und Wachstumsmonitoring) vertraut gemacht. Darüber hinaus werden in der Vorlesung die zentralen Konzepte der deskriptiven und induktiven Statistik sowie der Datenvisualisierung vermittelt.
Übung:
In der Übung werden grundlegende Elemente der Programmiersprache Python (Variables, String, Numbers, Lists, Dictionaries, Functions) sowie fortgeschrittene Module (Numpy, Pandas, Scipy, Scikit Learn, Matplotlib, Seaborn) vermittelt. Des Weiteren werden in der Übung die theoretischen Grundlagen der Datenanalyse durch Datenvisualisierung und Statistik mit Hilfe von Anwendungen vertieft.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich ‚Wissen' (50% der Note): Schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung.
(2) Kompetenzbereich "Anwendung des erworbenes Wissens" (35% der Note): Übungsaufgaben, Abgabe von Übungszetteln.
(3) Kompetenzbereich "Präsentieren" (15% der Note): Vortrag

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Modul (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (mindestens 50%) (3) Bestehen des Kompetenzbereichs Anwendung des erworbenen Wissens
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Ort und Zeit werden im LSF bekannt gegeben. Vorlesungsskripte und die Übungsaufgaben werden über das Ilias-Portal zur Verfügung gestellt.

V506	V506 - Symbiose und die Evolution eukaryotischer Kompartimente
	Symbiosis and the evolution of eukaryotic compartments

Modulverantwortliche/r PD. Dr. Sven Gould (gould@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende PD. Dr. Sven Gould			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation PD. Dr. Sven Gould (gould@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Modulfenster** Winter- und Sommersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 18	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Mit Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die Grundlagen zur Kombination von Arbeiten im (Nass)Labor mit denen am Computer. Sie können die Analyse einer Umweltprobe in Bezug auf ihre Biodiversität, sowohl mikroskopisch als auch anhand molekularer Experiminente ausführen und sind in der Lage, DNA aus Umweltproben zu isolieren, zu sequenzieren und phylogenetisch zu analysieren. Zudem können die Studierenden grundlegende Methoden des Zellaufschlusses, der Zentrifugation und Probenvorbereitung zur Proteinisolation anwenden. Die Studierenden können Proteine isolieren und durch verschiedene Methoden analysieren, beispielsweise durch SDS-PAGE und quantitative
multiplex Western-Blots. Sie können ihre Ergebnisse wissenschaftlich dokumentieren, kritisch interpretieren und teils mit bestehender Literatur abgleichen.

Lehrformen
Vorlesung mit praktischen Übungen im Labor

Inhalte
Grundlagen der eukaryotischen Evolution und eukaryotischen Mikro- und Zellbiologie.

Übergang von Symbiose zu Endosymbiose und Parasitismus.

Vom Proteobakterium zum Mitochondrium und vom Cyanobakterium zur Landpflanzenplastide.

Umweltprobenverarbeitung für 18S PCRs & Sequenzierung

Einfache phylogenetische Analysen: Alignments und phylogenetische Bäume

Grundlagen der Zell-Subfraktionierung (Plastidenisolation) und Proteinanalyse (SDS-PAGE, quantitative multiplex Western-Blots, Protein-Turnover, etc...) der erhaltenen Fraktionen.

Weitere Informationen sind unter folgender Internetadresse verfügbar:

www.molevol.hhu.de/unsere-lehre/

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (3) Kompetenzbereich Wissen (50% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (4) Kompetenzbereich Dokumentation (50% der Note): Protokoll (schriftliche Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Modul (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen (3) Abgabe eines Protokolls, welches den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entsprechen muss
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Die Anwesenheit bei der Vorbesprechung ist Pflicht.

V507	V507 - Glykobiologie Glycobiology

Coordinator (responsible lecturer) Prof. Dr. Markus Pauly (m.pauly@hhu.de)			**Status:** 01.10.2018
Lecturers Prof. Dr. Markus Pauly			**Semester:** 5. – 6.
Contact and organization Prof. Dr. Markus Pauly (m.pauly@hhu.de)			**Mode:** optional compulsory course
Workload 270 h	**Credit points** 9 CP	**Contact time** 120 h	**Self-study** 150 h
Course components Practical course: 6 SWS Lectures: 1 SWS Seminars: 1 SWS	**Module window** Winter- und Sommersemester, Fenster 1	**Group size** 16	**Duration** 1 semester

Learning outcomes/skills

The students will learn basic concepts on the structure and function of various carbohydrates found in bacteria, fungi, plants, and animals. The knowledge will then be applied to experimentally analyze carbohydrates in detail. Students will be able to document and analzye their experiments. In addition, they will be able to present a current glycobiology topic from primary literature in front of the group.

Forms of teaching

Lecture, practical course, presentation

Content

Lecture

(1) Initially, the lectures will focus on the structural diversity of carbohydrates, which is necessary to understand their various biological roles.
(2) Then, a section will focus on the analytical methods that have been developed to analyze carbohydrate structures in detail (some of these methods will also be performed in the practical part of this module, see below).
(3) The majority of the lectures will discuss the functions of carbohydrates and glycoconjugates present in bacteria, fungi, plants, and animals including humans.

practical course

(1) Calculation and preparation of buffers and stock solutions
(2) Separation of carbohydrates via size-exclusion chromatography and analysis of the data.
(3) Monosaccharide-composition analysis via derivatisation and analysis by GC-MS and HPLC
(4) Determination of the glycosidic linkage of a carbohydrate sample by derivatization and analysis by GC-MS and analysis of the data
(5) Enzymatic digest of a carbohydrate sample and analysis of the products via MALDI-TOF MS and gel-electrophoresis.

presentation

Selected primary scientific articles including review articles on the function of carbohydrates. Students should be able to prepare a presentation and present it in front of the group.

Eligibility

Formal: All modules of the undergraduate-level courses (1. – 4. Sem.) need to be completed
Content-related: English language skills to understand/ read English lectures and literature

Examination types Learning portfolio consisting of: (1) skill area knowledge 60% of grade): written examination (1h) about the content of the lectures and the practical course; (2) skill area documentation (20% of grade): written protocol with results and discussion that would allow a reproduction of the experiment; (3) skill area scientific presentation (20% of grade): preparation, presentation and discussion of a subject related publication/seminar.
Requirements for the award of credit points for this course (1) Regular attendance (lectures, practical course and seminar). (2) Pass written examination of skill area knowledge (3) On schedule/ punctual submission of scientific protocol (4) Giving a scientific presentation
Relevant for following study programs/major Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Compatibility with other curricula Bachelor Biochemie
Significance of the mark for the overall grade The mark given will contribute to the final grade in proper relation to its credits. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Course language ( ) German (x) English ( ) German and English ( ) German, English on demand
Additional information Registration via LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V508	V508 - Bioakustik
	Bioacoustics

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Christine R. Rose (rose@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 06.07.2018
Dozierende Dr. K. Kafitz			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. K. Kafitz (Kafitz@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Übung: 1 SWS	**Turnus** Entfällt WiSe 2019/20	**Gruppengröße** 27	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte und Mechanismen der Funktionsweise des akustischen und visuellen Systems des Menschen auf zellulärer und Organebene beschreiben, erklären und vergleichend gegenüberstellen. Sie können diese Konzepte auf andere sensorische Systeme übertragen und im Hinblick auf gemeinsame Prinzipien sowie wesentliche Unterschiede beurteilen.

Die Studierenden können unter Anleitung grundlegende Experimente zu den Leistungen und zur Physiologie des akustischen durchführen, diese präzise dokumentieren und die erhaltenen Ergebnisse auswerten, bewerten und adäquat beschreiben und mündlich präsentieren. Die Studierenden können selbstständig und sachgerecht mit den grundlegenden Messgeräten und anderen Apparaturen bzw. Instrumenten der Sinnesphysiologie arbeiten. Die Studierenden können die experimentellen Daten adäquat auswerten und interpretieren sowie zusammenhängend in Wort und Schrift darstellen. Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung, Übung und Praktikum

Inhalte

Vorlesung:

Speziesübergreifende Darstellung des Baus des Ohrs, dessen Organfunktion, sowie der zellulären Mechanismen der Reizaufnahme. Verbindungen vom Ohr mit dem Zentralnervensystem, sowie zentralnervöse Repräsentation von akustischen Reizen. Leistungen des akustischen Systems. Psychophysikalische Grundlagen und Pathophysiologie des Gehörs

Praktikum:

Akustisches System: Hörschwellenkurve, Pathophysiologie des Hörens, Impedanzanpassung, Luft- und Knochenschall, Richtungshören, Vokalisation und Phonation, Lautmusteranalyse, Vokalisationspausenanalyse, Sprachanalyse von Buchstaben und einfachen Satzgebilden, Konsensuelle Leistungen im Zusammenhang mit Hören.

Übung:

Theoretische Entwicklung und Präsentation von Hörmodellen.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundlagenwissen der Neurophysiologie aus Modul Bio220 wird vorausgesetzt.

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums. (2) Kompetenzbereich Versuchsplanung, Durchführung und Dokumentation (15 % der Note): mündl. Präsentation und Diskussion (3) Kompetenzbereich Präsentation (15 % der Note): Kurzvortrag
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung, am Praktikum und an der Übung. (2) Erfolgreiche Präsentation. (3) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen.
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie, Bachelor Physik
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V509	V509 - Grundlagen der Populations- und quantitativen Genetik **Principles of population and quantitative genetics**		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Benjamin Stich (benjamin.stich@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. Delphine Van Inghelandt; Prof. Dr. Benjamin Stich			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Benjamin Stich (benjamin.stich@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 2	**Gruppengröße** 30	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können grundlegende Konzepte und Methoden der Populations- und quantitativen Genetik beschreiben und erklären sowie die Theorie anwenden, um Modellrechnungen zu lösen. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachiger Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen
Vorlesung, Übungen, Seminar

Inhalte
Vorlesung:

Grundlagen der Populationsgenetik: Hardy-Weinberg Gleichgewicht, Inzucht, Fremdzucht, Faktoren der Populationsdynamik

Grundlagen der quantitativen Genetik: Das quantitativ-genetische Modell, Effekt von Genotyp und Umwelt auf den Phänotyp, Komponenten genotypischer Variation, Ähnlichkeit zwischen Verwandten

Übungen:

Die theoretischen Grundlagen werden jeweils in der Vorlesung vor den Übungen vermittelt. In den Übungen werden die Inhalte durch Lösen von Beispielsrechnungen vertieft.

Seminar:

Literaturseminar der Studierenden über klassische und aktuelle Originalarbeiten mit thematischem Bezug zu den Themen der Vorlesung und der Übungen

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Interesse am Umgang mit Zahlen und Formeln

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): Schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und Übungen (2) Kompetenzbereich Anwendung des erworbenen Wissens (10% der Note): Lösen der Modellrechnungen (3) Kompetenzbereich Präsentation (20 % der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrags
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen (2) Halten eines englischsprachigen Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt (3) Bestehen der schriftlichen Prüfung
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Ort und Zeit werden im LSF bekanntgegeben.

V510	V510 - Theorie Biologischer Netzwerke Theory of Biological Networks

Coordinator (responsible lecturer) Prof. Dr. Oliver Ebenhöh (oliver.ebenhoeh@hhu.de)			**Status:** 01.10.2018
Lecturers Prof. Dr. Oliver Ebenhöh			**Semester:** 5. – 6.
Contact and organization Prof. Dr. Oliver Ebenhöh (oliver.ebenhoeh@hhu.de)			**Mode:** optional compulsory course
Workload 270 h	**Credit points** 9 CP	**Contact time** 120 h	**Self-study** 150 h
Course components Practical course: 6 SWS Lectures: 2 SWS	**Module window** Wintersemester, Fenster 3	**Group size** 16	**Duration** 1 semester

Learning outcomes/skills

The students are able to characterize and describe different types of biological networks. The students are capable of applying basic techniques to analyze the structure of such networks and interpreting the results in a biological context. They can perform network analyses and solve simple problems independently and are able to relate results from different types of analyses. The students learn to work independently on a given topic, read and understand literature, and present their results in a comprehensible presentation.

Forms of teaching

Lectures and hands-on tutorials, presentations of exercises.

Content

Lecture:

Structural analysis of metabolic networks:

- Metabolic control theory
- Null space analysis, e.g. reaction correlation coefficients
- Network expansion
- Elementary flux modes and Flux Balance Analysis

Signal transduction networks:

- Transmission efficiency, time and signal amplification
- Structural properties and stability

General analysis methods:

- Graph-based methods, e.g. connectivity
- Hierarchical structures, cluster
- Network motifs

Practical course:

The theoretical foundations will be taught in the lectures before the practical courses. During the practical courses the contents will be complemented by hands-on computer work. The exercises serve in particular to familiarize the students with the programming language Python. During the practical courses, simple algorithms will be implemented and applied to analyze biological networks. Classical works in theoretical biology will be reproduced and investigated in detail.

Eligibility

Formal: All modules of basic studies (1. – 4. Sem.) need to be completed

Content-related: Basic mathematical knowledge, basic experience in any programming language is helpful.

Examination types Learning portfolio consisting of: • Written exam (or oral in case of less than 8 participants) on the content of the lectures and practical courses. (60%) • Presentation of exercises or seminar talk (40%)
Requirements for the award of credit points for this course (1) Regular and active participation in lectures and practical courses (2) On-time submission of homework exercises, which must at least fulfill minimal standards (3) Passing the final examination
Relevant for following study programs/major Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Compatibility with other curricula
Significance of the mark for the overall grade The mark given will contribute to the final grade in proper relation to its credits. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Course language ( ) German ( ) English ( ) German and English (x) German, English on demand
Additional information Registration via LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V511	V511 - Python Programmierung für Naturwissenschaftler/innen Python programming for scientists

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Benjamin Stich (benjamin.stich@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Dr. David Ries, Prof. Dr. Benjamin Stich			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. David Ries (riesd@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 2 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 10	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden haben grundlegende Programmierkenntnisse in der Programmiersprache Python. Datensätze biologischer Hochdurchsatzverfahren können eingelesen, verarbeitet und analysiert werden. Die Studierenden beherrschen die Visualisierung der Ergebnisse der Datenanalyse mit geeigneten Darstellungsweisen. Sie können die Anforderungen einer Analysepipeline selbstständig erkennen und im Team umsetzen. Desweiteren wird durch gemeinsames Besprechen der Aufgaben und Planen der Lösung die Fähigkeit gestärkt, selbstständig Probleme zu analysieren und programmiertechnische Lösungen umzusetzen.

Lehrformen
Vorlesung, Übung

Inhalte
Vorlesung:

Die theoretischen sowie praktischen Grundlagen der Programmierparadigmen werden in der Vorlesung dargelegt.

Programmierung: Datentypen, Datenfluss, I/O, Parsen von Textdateien, Sortierung, Funktionsdefinitionen, Visualisierung mit matplotlib, „regular expressions“

Anwendungen im biologischen Kontext: qPCR-Daten verarbeiten, RNA-Seq Daten parsen, GenBank-Daten verarbeiten, grundlegendes Plotten von Diagrammen, Balkendiagramme, Chromosomenplot, „heatmaps“, Dendrogramme, Distanzmatrizen, Euklidische Distanz, „clustering“, eigenständiges programmieren

Übungen:

In den Übungen werden die Programmierparadigmen durch praxisnahe Programmieraufgaben gefestigt und vertieft. Die Studierenden bearbeiten in Kleingruppen ein Programmierprojekt.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1.–4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundlegende Fähigkeiten im Umgang mit einem Computer. Interesse an Programmierung. Interesse am Lösen intellektuell anspruchsvoller Probleme.

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (60% der Note): Schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und Übungen (2) Kompetenzbereich Anwendung des erworbenen Wissens (40% der Note): Umsetzen der programmiertechnischen Minimalanforderungen, sowie mindestens zwei optionaler Module des Programmierprojektes
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen (2) Bestehen des Kompetenzbereichs Anwendung des erworbenen Wissens (3) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen Bestehen
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Ort und Zeit werden im LSF bekanntgegeben.

V512	V512 - Versuchsanlage und -auswertung mit R Experimental design and analysis using R

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Benjamin Stich (benjamin.stich@hhu.de)			**Stand:** 03.05.2020
Dozierende Dr. Delphine Van Inghelandt, Prof. Dr. Benjamin Stich			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Delphine Van Inghelandt (inghelan@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 30	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Aussagekraft experimenteller Untersuchungen hängt entscheidend von der Wahl geeigneter Versuchsanlagen sowie der entsprechenden Auswertung ab. Um auf die Durchführung und nachfolgende statistische Auswertung experimenteller BSc und MSc-Thesis vorzubereiten, wird dieses Modul angeboten. Die Teilnehmer können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls eigene Erhebungen und Versuche nach statistischen Gesichtspunkten planen. Die Teilnehmer können verschiedene statistische Methoden bezüglich der zu Grunde liegenden Annahmen charakterisieren, die zu den eigenen Daten und Fragestellungen passenden Methoden auswählen sowie diese in der Software R umsetzen. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachiger Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen

Vorlesung, Übungen, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Datentypen, beschreibende Statistik, t-Test, zweistufige Stichproben, zweifaktorielle Varianzanalyse, lineare Regression, nichtlineare Regression, multiple Regression, Polynomregression, Datentransformationen, Prinzipien der Versuchsplanung, wichtige Versuchsanlagen (Blockanlage, Lateinisches Quadrat, unvollständige Blöcke, Spaltanlage, Streifenanlage), Longitudinale Daten, Versuchsserien, Gemischte Modelle, Best Linear Unbiased Estimation (BLUE), Best Linear Unbiased Prediction (BLUP), Methoden zur Varianzkomponentenberechnung. Kontingenztafeln, Einführung in einige multivariate Verfahren (Hauptkomponentenanalyse, Faktorenanalyse, Clusteranalyse, Diskriminanzanalyse).

Übungen:

Die theoretischen Grundlagen werden jeweils in der Vorlesung vor den Übungen vermittelt. In den Übungen werden die Inhalte durch die Analyse von Beispielsdatensätzen hauptsächlich aus den Pflanzenwissenschaften mit der Software R vertieft.

Seminar:

Literaturseminar der Studierenden über klassische und aktuelle Originalarbeiten mit thematischem Bezug zu den Themen der Vorlesung und der Übungen

Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1.–4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Grundkenntnisse der Software R sind förderlich. Interesse am Umgang mit Zahlen und Formeln
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus:) Kompetenzbereich Wissen (50% der Note): Mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung) Kompetenzbereich Anwendung des erworbenen Wissens (30% der Note): Lösen von Programmieraufgaben) Kompetenzbereich Präsentation (20 % der Note): Ausarbeitung und Halten eines Seminarvortrags
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen (2) Halten eines englischsprachigen Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt (3) Bestehen des Kompetenzbereichs Anwendung des erworbenen Wissens (4) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen -bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Ort und Zeit werden im LSF bekanntgegeben.

V515	V515 - Strategien zur Entwicklung von Stresstoleranz in Nutzpflanzen How to engineer stress tolerant crops

Coordinator (responsible lecturer) Prof. Dr. Wolf B. Frommer (frommer@hhu.de)			**Status:** 01.10.2018
Lecturers Dr. Thomas Hartwig, Dr. Thomas Kleist, Dr. Joon Seob Eom, Prof. Dr. Wolf B. Frommer			**Semester:** 5. – 6.
Contact and organization Dr. Thomas Hartwig (thartwig@mpipz.mpg.de)			**Mode:** optional compulsory course
Workload 270 h	**Credit points** 9 CP	**Contact time** 120 h	**Self-study** 150 h
Course components Practical course: 6 SWS Lectures: 1 SWS Seminars: 1 SWS	**Module window** Sommersemester, Fenster 2	**Group size** 16	**Duration** 1 semester

Learning outcomes/skills

- Conceptual and practical understanding of drought stress and gene regulation
- Practical experience measuring drought phenotypes of differently adapted maize lines
- Practical experience in molecular cloning, *in vitro* protein expression and quantitative PCR
- Conceptual and practical understanding of genetic diversity and its potential to identify targets for genome editing

Forms of teaching

Lecture, practical course, presentation

Content

Lectures:

- Challenges for sufficient water supply in the world
- Principles and physiological processes of drought stress
- Transcriptional gene regulation: promotors, enhancers, transcription factors, differential expression
- Gene regulation under drought stress
- Genetic and epi-genetic variation: alleles, SNPs, INDELs, open chromatin, methylation
- Quantitative genetics to discover biological function: QTLs, GWAS, allele-specific binding/expression
- Strategies for genome editing: TALEN, CRISPR/Cas

Praktikum:

- Quantification of drought stress in diverse maize ecotypes
- Quantitative methods to determine gene regulation under drought stress
- Molecular cloning and DNA sequencing
- *In vitro* protein expression
- *In vitro* protein-DNA binding / DNA affinity purification

Seminar: Students will give short presentation on current papers in the fields of drought stress, natural variation or genome editing
Eligibility **Formal:** All modules of basic studies (1. – 4. Sem.) need to be completed **Content-related:**
Examination types Learning portfolio consisting of: • 50% Written exam (end of course) • 30% Oral presentation (middle of course) • 20% Protocol of practical course (end of course)
Requirements for the award of credit points for this course • Completion of written exam • Regular and active participation in the practical course • Completion of short talk • Completion of a scientifically acceptable research protocol
Relevant for following study programs/major Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Compatibility with other curricula Bachelor Biochemie
Significance of the mark for the overall grade The mark given will contribute to the final grade in proper relation to its credits. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Course language ( ) German ( ) English ( ) German and English (x) German, English on demand
Additional information The module will be held at the Max Planck Institute in Cologne. A bus for the transfer from HHU will be provided. Registration via LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V516	V516 - Entwicklungsbiologische Grundlage der Tumorentstehung am Beispiel der Darmstammzelle
	Developmental basis of tumor formation from intestinal stem cells

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Thomas Klein (Thomas.Klein@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 11.02.2019
Dozierende Dr. Tobias Reiff (reifft@hhu.de)			**Fachsemester:** 5. - 6.
Modulorganisation Dr. Tobias Reiff (reifft@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Mechanismen der stammzellbasierten Darmhomöostase und Tumorentstehung in *Drosophila melanogaster* zu beschreiben und zu erklären. Im praktischen Teil werden ausgewählte genetische und histochemische Experimente durchgeführt und mikroskopisch analysiert.

Lehrformen
Vorlesung, Praktikum mit eigenständiger Versuchsdurchführung, Anfertigung eines Protokolls der im Praktikum durchgeführten Experimente zur Tumorentstehung.
Seminar, selbstständiges Erarbeiten und Präsentation weiterer Grundlagen aus englischer Fachliteratur auf Basis der Vorlesung.

Inhalte
Im Modul werden grundlegende Prinzipien Tumorentstehung exemplarisch am Beispiel intestinaler Stammzellen in *Drosophila melanogaster* untersucht. Die Studierenden lernen hierbei genetische und histochemische Analysetechniken kennen. Dazu gehören die Erstellung von Präparaten, Antikörperfärbung, Western-Blot, Genexpressionsfluoreszenzsensoren und genetische Manipulation der Expressionslevel. Darstellung und Auswertung erfolgt u.a. mit moderner Fluoreszenzmikroskopie und elektronischer Bildanalysesoftware.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. - 4. Sem.) müssen absolviert sein.
Inhaltlich: keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich 'Wissen' (70% der Note): schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich 'Anwendung erworbenen Wissens' (20% der Note): Bewertung des Protokolls
(3) Kompetenzbereich 'Präsentation erworbenen Wissens' (10% der Note): Bewertung des Seminarvortrags

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul • regelmässige Teilnahme • Bestehen der Klausur zum Kompetenzbereich 'Wissen' Die durchgeführten Versuche müssen vollständig und inhaltlich korrekt in Protokoll präsentiert sein (Kompetenzbereich 'Anwendung erworbenen Wissens')
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V517	V517 - Ökologische Entwicklungsbiologie Ecological Developmental Biology		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Sebastian Fraune (fraune@hhu.de)			**Stand:** 25.05.2019
Dozierende **Prof. Dr. Sebastian Fraune, Dr. Jan Taubenheim**			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation **Prof. Dr. Sebastian Fraune** (fraune@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 2	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Ökologische Entwicklungsbiologie von Tieren und können diese auf konkrete Objekte anwenden
• Die Studierenden führen den Prozess des wissenschaftlichen Arbeitens anhand eigener Forschungsprojekte in Gruppen durch.
• Sie können mit minimaler Anleitung biologische Fragestellungen wissenschaftlich planen, durchführen und auswerten.
• Das exakte Planen und Durchführen relevanter Abläufe beim Experimentieren unterstützt das Zeitmanagement und die Organisationsfähigkeit der Studierenden.
• Im Rahmen einer kollegialen Reflektion der Ergebnisse in der Gruppe können die Studierenden ihre Kooperationsbereitschaft stärken, ihre Lösungsstrategien erweitern und ihre Teamfähigkeit festigen.
• Sie können ihr eigene Ergebnisse für die fachgerechte Dokumentation und Präsentation ihrer gewonnenen Erkenntnisse nutzen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung:

Die Vorlesung beschäftigt sich mit den Fragen: Wie beeinflusst die Umwelt die Entwicklung von Organismen und die Ausprägung von Phänotypen? Wie beeinflussen diese Interaktionen Krankheiten und die Evolution von Organismen? Um diese Fragen zu beantworten, betrachten wir Tiere nicht als unabhängige Systeme, sondern als Netzwerk von Interaktionen. "Es scheint, dass nichts existiert, außer als Teil eines Netzwerks von Interaktionen (Scott F. Gilbert)". Dabei betrachten wir die sich entwickelnden Organismen in ihrer biotischen und abiotischen Umgebung, mit den Schwerpunkten auf Symbiose, Epigenetik und Entwicklungsplastizität. Wir werden besprechen wie neue Erkenntnisse der Entwicklungsökologie das Verständnis von Genetik, Evolution, Krebsforschung verändert haben.

Seminar:

pro Student ein wissenschaftlicher Vortrag zum durchgeführten Experiment.

Praktikum:

Der Fokus dieser Veranstaltung liegt auf der praktischen Laborarbeit. In gemeinsamer Verständigung mit den Studierenden werden Forschungsprojekte innerhalb der ökologischen Entwicklungsbiologie am Modelorganismus *Hydra* identifiziert, die in Kleingruppen bearbeitet werden. Die Studierenden durchlaufen unter dem Prinzip der minimalen Hilfestellung eigenständig den Prozess des wissenschaftlichen Arbeitens, von der Identifizierung einer Forschungsfrage über die Hypothesengenerierung bis hin zur Planung der notwendigen Experimente. Ebenso erfolgt die Durchführung, Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse. Anschließend bildet die kollegiale und kritische Reflektion der Ergebnisse und der Arbeit in den Gruppen miteinander eine wertvolle Basis für das wissenschaftliche Experimentieren und lässt die Studierenden ein kollegiales Miteinander als Voraussetzung für gelungenes wissenschaftliches Arbeiten erfahren.
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Keine
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums (2) Kompetenzbereich Dokumentation (30% der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorbesprechung, Vorlesung, Seminar und Praktikum (2) wissenschaftlicher Vortrag (3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht (4) Bestehen des Kompetenzbereichs ´Wissen`
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International, Bachelor Naturwissenschaften
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V518	V518 - Elektrische Signale im Nervensystem Electrical signals in the nervous system

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Christine Rose (Rose@uni-duesseldorf.de)			**Stand:** 01.10.2018
Dozierende Ziemens, Langer, Rose			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Daniel Ziemens (Daniel.Ziemens@hhu.de			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Übung: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 12	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung elektrischer Phänomene bei erregbaren Zellen darstellen und die quantitativen Beziehungen zwischen den verschiedenen relevanten Parametern theoretisch und experimentell erfassen. Sie können wichtige Methoden zur Untersuchung der physiologischen Prozesse in Neuronen und Gliazellen adäquat darstellen und in einem Fall praktisch anwenden. Die Studierenden können die experimentellen Daten adäquat auswerten und interpretieren sowie zusammenhängend in Wort und Schrift darstellen. Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema der Neurophysiologie eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesung und Praktikum mit begleitenden Übungen

Inhalte

Vorlesung: *Membrantransport*: Ionenkanäle, Ionenpumpen und Transporter, Thermodynamik des Membrantransports, treibende Kräfte und Gleichgewichtslage, Strom- Spannungsdiagramme, Ersatzschaltbilder, Dosis-Wirkungskurven, Hill-Koeffizient, Rezeptorblockade/Pharmakologie, allosterische/kompetitive Hemmung.
Experimentelle Techniken: Einzelelektroden, Voltage-Clamp, Patch-Clamp, ionensensitive Mikroelektroden, Indikatorfarbstoffe.
Synaptische Übertragung: chemische und elektrische Synapsen, Neurotransmitter und Neurotransmitter-Rezeptoren, regulierte Exocytose und SNARE-Proteine, synaptische Kurzzeit- und Langzeitplastizität, Hebb'sche Regel, LTP und LTD, Lernen und Gedächtnis. *Funktionen von Gliazellen*: K^+-Homöostase, Neurotransmitter-Aufnahme, Energiestoffwechsel. Praktikum: Experimentelle Untersuchung einfacher elektrischer Schaltungen zur Verdeutlichung neurophysiologisch relevanter Parameter, Kirchhoff-Regeln, Kondensatorumladung, Tiefpass/Hochpass, Hodgkin-Huxley-Modell; Ableitung des Membranpotentials bei identifizierten Neuronen im Zentralnervensystem des Blutegels, Beeinflussung des Membranpotentials durch die extrazelluläre K^+-Konzentration und durch Neurotransmitter, Anwendung der Goldman-Hodgkin-Katz-Gleichung
Übung: Rechenaufgaben zu Ionenbewegungen, elektromotorischer Kraft, Einstellung des Membranpotentials, Gleichgewichtslage bei sekundär aktiven Transportsystemen, Dosis-Wirkungskurven, Hill-Koeffizient

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundlagenwissen der Neurophysiologie aus Modul Bio220 wird vorausgesetzt.

Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (70 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums. (2) Kompetenzbereich Versuchsplanung, Durchführung und Dokumentation (15 % der Note): mündliche Präsentation und Diskussion (3) Kompetenzbereich Präsentation (15 % der Note): Kurzvortrag
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung, am Praktikum und an der Übung. (2) Erfolgreiche Präsentation. (3) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie, Bachelor Informatik, Bachelor Mathematik, Studium Universale
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V519	V519 - Intrazelluläre Signaltransduktion von Arabidopsis
&	Intracellular signal-transduction in Arabidopsis

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Rüdiger Simon (Ruediger.Simon@hhu.de)			**Status:** 03.09.2019
Dozentinnen/Dozenten Prof. Dr. Rüdiger Simon, Dr. Maike Breiden			**Semester:** 5. – 6.
Modulorganisation Dr. Maike Breiden (m.breiden@hhu.de)			**Modus:** optional compulsory course
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Practical course: 6 SWS Lectures: 1 SWS Seminars: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 3	**Gruppengröße** 12	**Dauer** 1 semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden können die grundlegenden Signaltransduktionskaskaden von pflanzlichen und tierischen Zellen erklären. Die Studierenden sollen zudem den Hintergrund verschiedener Techniken kennenlernen, die zur Untersuchung von Signaltransduktionskaskaden eingesetzt werden. Aufgrund der Inhalte der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage diese Techniken zu erklären und im Praktikum anzuwenden. Die Studierenden können die im Praktikum durchgeführten Versuche präzise dokumentieren, auswerten und bewerten. Sie können eigenständig ein gegebenes Thema unter Zuhilfenahme englischsprachlicher Fachliteratur ausarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen
Vorlesung, Praktikum, Anfertigung und Präsentation von Referaten, Gruppenarbeit mit Diskussion, Anfertigung von Protokollen

Inhalte
Vorlesung:

In der Vorlesung werden Signaltransduktionskaskaden am Beispiel von pflanzlichen und tierischen Zellen vorgestellt. Die Studenten lernen wie extrazelluläre Signale (z. B. Hormone) von Zellen wahrgenommen und verarbeitet werden. Dabei wird es Vorlesungen zu Rezeptoren, deren Liganden und die darauffolgenden charakteristischen Signaltransduktionskaskaden geben (z.B. G-Protein gekoppelte Rezeptoren und G-Proteine, Phosphorylierungen durch Kinasen). Weiterhin wird behandelt über welche Mechanismen die Zellen untereinander kommunizieren (z.B. reaktive Sauerstoffspezies).

Praktikum:

Im Praktikum werden die Studenten mit Hilfe von biochemischen und mikroskopischen Methoden Signaltransduktionsprozesse in lebenden Zellen nachverfolgen. Zu diesem Zweck werden verschiedene biochemische und Mikroskopietechniken eingesetzt. Im Kurs werden

Arabidopsi-Pflanzen in Sterilkulturen verschiedenen Phytohormonen ausgesetzt, um die Meristementwicklung gezielt zu ändern. Eine veränderte Genexpression wird hierbei durch Reportergensysteme nachgewiesen. Mit Hilfe von live cell Experimenten können die schnellen Reaktionen von Zellen auf äußere Stimuli (z.B. Phytohormone) mittels fluoreszierender Indikatoren (Sensoren) untersucht werden. Die Studenten lernen ihre Experimente mit Hilfe von frei verfügbarer Analysesoftware auszuwerten. Weiterhin wird in Zusammenarbeit mit dem Center for Advanced Imaging (CAi) die konfokale Lasermikroskopie genutzt. Mit Hilfe dieser hochauflösenden Mikroskopietechnik lässt sich die Lokalisation von Rezeptoren und verschiedenster Proteine, die an den Signaltransduktionskaskaden beteiligt sind, untersuchen. Wechselwirkungen zwischen Proteinen werden *in vivo* durch FRET-APB untersucht.

Seminar:

Ausgewählte Originalarbeiten zur Signaltransduktion in Pflanzen.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Molekularbiologie werden vorausgesetzt.

Prüfungsformen
(1) Kompetenzbereich Wissen (80 % der Note): schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20 % der Note): Protokoll (Auswertung und Diskussion wissenschaftlicher Experimente)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
Bestehen der schriftlichen Prüfung. Teilnahme an den Vorlesungen und aktive Teilnahme am Praktikum. Praktikumsprotokoll und Vortrag im Seminar (auf Englisch).

Zuordnung zum Studiengang
B.Sc. Biologie. B.Sc. Biologie Plus International, B.Sc. Quantitative Biologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
B. Sc. Biochemie

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
( ) Deutsch
( ) Englisch
(x) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Das Modul wird zentral vergeben

V520	V520 - Alpenexkursion Mathon (Schweiz) Alpine Excursion Mathon (Switzerland)		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. H. Aberle (aberle@hhu.de)			**Stand:**
Dozierende Prof. Dr. H. Aberle			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. H. Aberle (aberle@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Sommersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden lernen wichtige Ökosysteme der Alpen kennen und erhalten grundlegende Einblicke in die hohe Biodiversität und Anpassungen an die verschiedenen Lebensräume. Die Studierenden lernen häufige und seltene Tier- und Pflanzenfamilien kennen und können sie in das phylogenetische System einordnen. Sie erlernen den Umgang mit Bestimmungsbüchern und können die wichtigsten Gruppen bis auf die Familienebene bestimmen. Sie können die grundlegenden Techniken und Arbeitsschritte zur Erfassung der Biodiversität in einem gegebenen Lebensraum und sind darüber hinaus in der Lage einfache chemische oder physiologische Freilandexperimente (z. B. Wasser- und Bodenanalyse) selbstständig durchzuführen. Die Studierenden können ihre Beobachtungen und Versuche präzise dokumentieren, auswerten und wissenschaftlich einordnen.

Lehrformen

Vorlesung, Exkursion, Seminar, Vorträge

Inhalte

In der Vorlesung erhalten die Studierenden einen grundlegenden Einblick in die Entstehung der verschiedenen alpinen Lebensräume und ihrer unterschiedlichen Biotope. Neben der Beziehung der Organismen zur Umwelt mit ihren biotischen und abiotischen Einflüssen, wird die Tier- und Pflanzenwelt aus unterschiedlichen Vegetationszonen vorgestellt. Dabei spielen symbiontische oder parasitäre Beziehung ebenso zur Sprache, wie evolutionäre Anpassungen oder die Dynamik von Populationen. Im praktischen Teil erlernen die Studierenden gängige Verfahren zur Bestimmung der Artenvielfalt und den sicheren Umgang mit Bestimmungsbüchern. Unter Anleitung erkennen sie bestimmungsrelevante Merkmale und untersuchen sie mit dem Stereomikroskop. Die Dokumentation erfolgt mit professioneller Fotoausrüstung. Die erzielten Ergebnisse werden am Computer selbständig bearbeitet und ausgewertet.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (80% der Note): schriftliche Prüfung
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereich Wissen (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum (3) Abgabe einer wissenschaftlichen Dokumentation (Protokoll)
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biologie, Bachelor Biologie International
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen dezentrale Platzvergabe

V524	V524 – Moderne Methoden der praktischen Genomik Modern Methods in practical genomics		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr.Björn Usadel (usadel@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2020
Dozierende Prof Dr. Björn Usadel			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr.Björn Usadel (usadel@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Winter- und Sommersemester, Fenster 3	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können den Aufbau der DNA sowie grundlegenden molekularen Konzepte der verschiedenen Sequenzierungstechnologien (Sanger, 2nd und 3rd Generation Sequenzierung) angeben. Sie sind imstande Fehlerraten und Probleme im Zusammenhang mit den Fehlerraten der verschiedenen Technologien bei der Analyse komplexer Genome wie der von Pflanzen zu erläutern. Die Studierenden sind in der Lage die wesentlichen Merkmale der Genomarchitektur komplexer Organismen wiederzugeben. Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage Experimente zur praktischen Generierung dieser Daten zu planen sowie ein Assembly dieser Genome mittels bioinformatischer Werkzeuge anhand klar vorgegebener Workflows anzufertigen. Ebenso sind die Studierenden imstande, einfache Kontrollexperimente wie primergestütze Sangersequenzierung zu planen und deren Notwendigkeit abzuleiten. Die Studierenden können ihre Experimente dokumentieren und analysieren und haben ein grundlegendes Verständnis für die Bedeutung der Versionierung und des Datenmanagements für Sequenzierungsdaten. Darüber hinaus werden sie in der Lage sein, ein aktuelles Thema moderner genomischer Methoden vor der Gruppe zu verstehen und zu präsentieren.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

<u>Vorlesung</u>

(1) In der Vorlesung werden zunächst die genomische Organisation und Duplikationen im Genom vorgestellt
(2) Anschließend wird in einem Abschnitt auf Sequenzierungsmethoden angefangen bei Sanger und deren Anwendung in der Biologie eingegangen
(3) Der größte Teil befasst sich mit der Datenanalyse und Verarbeitung der Sequenzierung der dritten Generation, einschließlich Datentypen und Fehlern sowie Verarbeitungsmethoden.

<u>Praktikum</u>

(1) Herstellung von Puffern, Enzymmischungen usw.
(2) Extraktion von DNA mit hohem Molekulargewicht

(3) Herstellung von Oxford Nanopore-Bibliotheken
(4) Sequenzierung unter Verwendung von Oxford Nanopore-Vorrichtungen
(5) Grundlegende Sequenzanalyse und Datenverwaltung
(6) Erweiterte Analyse wie Entwurf von Genomassemblierungen und Design von Primern als Kontrollexperiment

Präsentation
Ausgewählte wissenschaftliche Primärartikel zur Anwendung moderner Sequenzierungstechniken zur Bewältigung biologischer Probleme wie Sequenzierung alter DNA, vergleichende Genomanalyse, Identifizierung von Signalwegen usw..
Die Studenten sollten in der Lage sein, eine Präsentation vorzubereiten und vor der Gruppe zu präsentieren.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Englische Sprachkenntnisse zum Verstehen/ Lesen englischer Vorträge und Literatur

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich ´Wissen` (60% der Note): Schriftl. Prüfung über die Inhalte der Vorlesung
(2) Kompetenzbereich ´Beobachten und Dokumentieren` (20% der Note): Darstellung der Präparationen durch Zeichnungen und Notizen
(3) Kompetenzbereich ´Wissenschaftl. Präsentieren` (20% der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Teilnahme an der Vorbesprechung
(2) Regelmäßige Teilnahme an den praktischen Übungen
(3) Präsentation eines Vortrages
(4) Bestehen des Kompetenzbereichs ´Wissen`

Zuordnung zum Studiengang
Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Stellenwert der Note für die Endnote
Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein.
9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache
( ) Deutsch
( ) Englisch
( ) Deutsch und Englisch (Prüfung, Seminar und Protokolle wahlweise D/E)
(x) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen
Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V525	V525 - Samenbiologie Seed Biology		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Björn Usadel (usadel@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2020
Dozierende Prof. Dr. Björn Usadel			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Björn Usadel (usadel@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 4	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die Struktur und biochemische Zusammensetzung von Samen sowie Konzepte der Samenbiologie wie Keimung, Samenruhe und Zusammensetzung beschreiben. Die Studierenden werden dieses Wissen anwenden, um die Samenkeimung, den Samenschleim und die Samenschale von myxospermösen Samen mithilfe biochemischer Analyse- und Färbetechniken analysieren zu können und entsprechende Experimente zu planen. Darüber hinaus sollen die Studierenden vor der Gruppe ein aktuelles Thema der Samenbiochemie aus der Primärliteratur vorstellen. Nach dem Abschluss des Modules sind die Studierenden in der Lage verschiedene Methoden zu benennen, die für eine Charakterisierung in Frage kommen und können anhand dieser, einfache Experimente planen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung

(1) In der Vorlesung werden zuerst Dormanzmechanismen und Samenkeimung behandelt
(2) Dann konzentriert sich ein Abschnitt auf typische Speicherpolymere im Samen
(3) In einem Abschnitt wird die Zusammensetzung der Samenschale und ihre Analyse detailliert beschrieben

Praktikum

(1) Herstellung von Puffern, Medien, Enzymmischungen usw.
(2) Vorbereitung und Durchführung von Keimungstests und Brechen der Samenruhe
(3) Samenschleimextraktion
(4) Analyse von Samenschleim und Rückständen durch HPLC und kolorimetrische Assays
(5) Färben von Samenschalen unter Verwendung von Farbstoffen und unter Verwendung von Antikörpern

Präsentation

Ausgewählte wissenschaftliche Primärartikel (oder Übersichtsarbeiten) zur Analyse von Saatgut, zur Langlebigkeit von Saatgut oder zum Keimverhalten. Die Studenten sollten in der Lage sein, eine Präsentation vorzubereiten und vor der Gruppe zu präsentieren.

Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein **Inhaltlich:** Englische Sprachkenntnisse zum Verstehen/ Lesen englischer Vorträge und Literatur
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (4) Kompetenzbereich ´Wissen` (60% der Note): Schriftl. Prüfung über die Inhalte der Vorlesung (5) Kompetenzbereich ´Beobachten und Dokumentieren` (20% der Note): Darstellung der Präparationen durch Zeichnungen und Notizen (6) Kompetenzbereich ´Wissenschaftl. Präsentieren` (20% der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, graphische Darstellung der Inhalte, Vortrag, Diskussion)
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (5) Teilnahme an der Vorbesprechung (6) Regelmäßige Teilnahme an den praktischen Übungen (7) Präsentation eines Vortrages (8) Bestehen des Kompetenzbereichs ´Wissen`
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch (x) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V526	V526 - Signaltransduktion – von der Physiologie zur klinischen Relevanz Signal transduction – from physiology to clinical relevance		
Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Simone Prömel (proemel@hhu.de)			**Stand:** 01.04.2021
Dozierende Prof. Dr. Simone Prömel			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Simone Prömel (proemel@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Sommer- und Wintersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der Rezeptorbiologie, der entsprechenden Signalwege sowie deren (patho-)physiologischer Bedeutungen beschreiben und Zusammenhänge zwischen Mutationen und physiologischen Effekten erklären. Sie sind in der Lage, das erworbene Methodenwissen praktisch auf die Charakterisierung eines G Protein-gekoppelter Rezeptoren (GPCR) anzuwenden.

Die Studierenden lernen den selbstständigen und präzisen Umgang mit Laborgeräten und - apparaturen aus dem molekular- und zellbiologischen Bereich wie beispielsweise PCR- Maschinen, Sterilwerkbänken, Mikroskopen, Inkubatoren, Multimode-Mikroplatten-Readern. Sie können die durchgeführten Versuche in einem Protokoll dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse auswerten und interpretieren.

Die Studierenden sind in der Lage, eigenständig ein vorgegebenes Thema unter Zuhilfenahme entsprechender Fachliteratur in englischer Sprache erarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

Vorlesung

- Grundlagen der zellulären Kommunikation
- Allgemeine Grundlagen der Endokrinologie in Mensch und Maus: Hormone, deren Regelkreise und Effekte, Störungen und Erkrankungen
- Signalkaskaden verschiedener Rezeptoren: nukleäre Rezeptoren, GPCR, Serin- Threonin-Kinasen, Rezeptor-Tyrosinkinasen, Rezeptor-assoziierte Kinasen, Ionenkanäle
- Prinzipien der Kinetik von Rezeptor-Agonisten-Interaktionen
- Rezeptorpharmakologie, Wirkstoff-Mechanismen
- Methoden der Untersuchung und Modulation von Rezeptoren

Praktikum

- Klonierung einer GPCR-Variante (Design von Konstrukten, Quick-Change Mutagenese, PCR, Ligation, Transformation in Bakterien, Plasmidpräparation)
- Analysen der Expression von GPCR (Transfektion von tierischen Zellen, ELISA)
- Signaltransduktionsanalysen von GPCR und einer entsprechenden Mutationsvariante (Stimulation von GPCR mit Agonisten in Zellkultur, Messung von intrazellulären Signalen, Konzentration-Wirkungskurven, Bestimmung von EC50-Werten und

Auswertung)

- Untersuchung der Auswirkung von GPCR-Mutationen auf die Physiologie eines tierischen Organismus (Histochemische Färbungen, Mikroskopie)

Seminar

Die Studierenden werden über ausgewählte wissenschaftliche Original-Publikationen zu unterschiedlichen Themen der Signaltransduktion einen Seminarvortrag vorbereiten, vor der Gruppe halten und im Anschluss diskutieren.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein

Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich „Wissen“ (70% der Note): Schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums

(2) Kompetenzbereich „Dokumentation“ (20% der Note): Anfertigung eines Protokolls zum Praktikum (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion)

(3) Kompetenzbereich „Wissenschaftliches Präsentieren“ (10% der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, Darstellung der Inhalte, Vortrag und Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen des Kompetenzbereichs „Wissen“

(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum

(3) Pünktliche Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht

(4) Präsentation eines Seminarvortrag, der den Minimalstandards genügt

(5) Teilnahme an der Vorbesprechung und der Einführungsvorlesung

Zuordnung zum Studiengang

Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International, Bachelor Biologie, Bachelor Naturwissenschaften

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Stellenwert der Note für die Endnote

Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache

( ) Deutsch

( ) Englisch

(x) Deutsch und Englisch

( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen

Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V527	V527 - Der Modellorganismus Caenorhabditis elegans und seine Anwendung in der Forschung
&	**The model organism *Caenorhabditis elegans* and its application in research**

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Simone Prömel (proemel@hhu.de)			**Stand:** 01.10.2021
Dozierende Prof. Dr. Simone Prömel Victoria Groß			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Simone Prömel (proemel@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Wintersemester, Fenster 1	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die Biologie des Nematoden *Caenorhabditis elegans*, seine Anatomie, Fortpflanzung, den Lebenszyklus, physiologische Prozesse und die wesentlichen Eigenschaften beschreiben. Sie sind in der Lage, die Vor- und Nachteile der Anwendung des Organismus als Modell in der Grundlagen- und der medizinischen Forschung zu benennen. Des Weiteren können sie das Repertoire der wesentlichen zellbiologischen und genetischen Techniken sowie gängige Transgenesemethoden erklären. Sie sind in der Lage, das erworbene Methodenwissen praktisch anzuwenden.

Die Studierenden lernen den selbstständigen Umgang mit dem Wurm, dessen Kultivierung und gängige experimentelle Ansätze wie Transgenese, genetische Techniken, phäno- und genotypische Analysen. Sie sind in der Lage, einfache Untersuchungen wie die Charakterisierung von Mutanten selbstständig zu planen und praktisch durchzuführen. Sie können die durchgeführten Versuche in einem Protokoll dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse auswerten und interpretieren.

Die Studierenden sind in der Lage, eigenständig ein vorgegebenes Thema unter Zuhilfenahme entsprechender Fachliteratur in englischer Sprache zu erarbeiten und verständlich vortragen.

Lehrformen

Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte

<u>Vorlesung</u>

- Das Prinzip der generellen Nutzung von Modellorganismen in verschiedenen Forschungsfeldern
- Grundlagen der Biologie des Nematoden *Caenorabditis elegans*: Anatomie, Lebenszyklus, Entwicklung, Stoffwechselwege, Fortpflanzung
- Die Genetik von C. elegans
- Der Wurm im Labor: Kultivierung, Pflege, Besonderheiten etc.
- Methoden zur Anwendung von C. elegans: genetische Analysen, Transgenese, geno- und phänotypische Untersuchungen
- Anwendung des Nematoden als Modell in der Grundlagen- und der medizinischen Forschung

Praktikum

- Generelle Handhabung und Kultivierung des Nematoden *Caenorhabditis elegans* (Pikken, Transfer, Synchronisierung durch *Bleachen* etc.)
- Transgenese mittels Bombardement
- *Knockdown* von Genen mittels RNA Interferenz
- Genetische Kreuzungen
- Phänotypische Analysen (Antikörperfärbungen, Letalitäts- und Fertilitätsanalysen, morphologische Charakterisierung mittels Durchlicht- und Fluoreszenzmikroskopie)
- Genotypisierung verschiedener Stämme mittels PCR
- Untersuchung und Charakterisierung eines *C. elegans* Stamms mit unbekannter Mutation und Identifizierung dieser Mutation

Seminar

Die Studierenden werden über ausgewählte wissenschaftliche Original-Publikationen zur Anwendung von *C. elegans* als Modell zur Erforschung humaner Erkrankungen einen Seminarvortrag vorbereiten, vor der Gruppe halten und im Anschluss diskutieren.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein

Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:

(1) Kompetenzbereich „Wissen“ (70% der Note): Schriftliche Prüfung (Regelfall) über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums

(2) Kompetenzbereich „Dokumentation“ (20% der Note): Anfertigung eines Protokolls zum Praktikum (Themenstellung, Durchführung, Auswertung und Diskussion)

(3) Kompetenzbereich „Wissenschaftliches Präsentieren“ (10% der Note): Seminarvortrag (Erarbeitung des Stoffes, Darstellung der Inhalte, Vortrag und Diskussion)

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul

(1) Bestehen des Kompetenzbereichs „Wissen“

(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum

(3) Pünktliche Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entspricht

(4) Präsentation eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt

(5) Teilnahme an der Vorbesprechung und der Einführungsvorlesung

Zuordnung zum Studiengang

Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International, Bachelor Biologie, Bachelor Naturwissenschaften

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Stellenwert der Note für die Endnote

Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)

Unterrichtssprache

( ) Deutsch
( ) Englisch
(x) Deutsch und Englisch
( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch

Sonstige Informationen

Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V528	V528 - Drosophila Genetik
	Drosophila Genetics

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. H. Aberle (aberle@hhu.de)			**Stand:**
Dozierende Prof. Dr. H. Aberle			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. H. Aberle (aberle@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Turnus** Jedes Wintersemester	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können selbständig experimentelle Strategien zur Erforschung von Genfunktionen und Entwicklungsprozessen entwerfen. Hierzu entwickeln sie strategische Kreuzungsexperimente zur Erzeugung definierter Genotypen. Zur Visualisierung bestimmter Zellen oder Geweben, z.B. Neurone im Nervensystem, wählen sie zur gezielten Expression die richtigen genetisch-codierten Marker aus. Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage genetische Defekte durch die selektive Expression von wildtypischen cDNAs zu retten. Sie konstruieren mit molekularbiologischen Methoden genetische Werkzeuge, z.B. zur Sichtbarmachung subzellulärer Strukturen oder der Untersuchung von Proteinfunktionen.
Darüber hinaus können sie die Beobachtungen und Versuche präzise dokumentieren und wissenschaftlich einordnen.

Lehrformen

Vorlesungen und Seminar sowie theoretische und praktische Übungen

Inhalte

Drosophila wird häufig als "Haustier der Genetiker" bezeichnet - zurecht! In der Vorlesung erhalten die Studierenden einen grundlegenden Einblick in die biologische Relevanz von Genvarianten und wie man Genkonstrukte als biologische Werkzeuge einsetzen kann. Mit genetisch-codierten Markern lassen sich molekulare Abläufe in der Zelle verfolgen, aktivieren oder inhibieren. Es werden Strategien vorgestellt, wie man Experimente in lebendigen Tieren durchführen kann und gleichzeitig das Ergebnis intravital erfassen bzw. messen kann. In theoretischen Übungen werden auch genetische Mutagenese-Screens und Kreuzungsstrategien auf dem Papier erdacht und deren Vor- und Nachteile diskutiert. Zu den genetischen Werkzeugen gehören: Fluoreszierende Proteine, molekulare Sensoren wie GCaMPs, Toxine, Exon-Traps, chimäre Fusionsproteine oder das LexA/LexAOp-System. An mikroskopischen Methoden kommen Epifluoreszenzverfahren, konfokale Mikroskopie und Live Imaging zur Anwendung.

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen

Lernportfolio bestehend aus:
(1) Kompetenzbereich Wissen (70% der Note): schriftliche Prüfung
(2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): Protokoll
(3) Kompetenzbereich Vermittlung (10% der Note): Seminar

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Bestehen des Kompetenzbereich Wissen (2) Regelmäßige und aktive Teilnahme an den praktischen Übungen (3) Abgabe einer wissenschaftlichen Dokumentation (Protokoll) (4) Mündlicher Vortrag im Seminar (15 min)
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biologie, Bachelor Biologie International
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache (x) Deutsch ( ) Englisch ( ) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über eMail (aberle@hhu.de)

V529	V529 - Molekularbiologische Methoden: Protein Protein-Interaktionen
&	Methods in Molecular Biology: Protein-protein interactions

Modulverantwortliche/r Jun.-Prof. Dr. Wolfgang Hoyer (wolfgang.hoyer@hhu.de)			**Stand:** 15.03.2022
Dozierende Jun.-Prof. Dr. Wolfgang Hoyer			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Jun.-Prof. Dr. Wolfgang Hoyer (wolfgang.hoyer@hhu.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** Sommersemester, Fenster 5	**Gruppengröße** 16	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Verfahren zur Herstellung eines rekombinanten Plasmids und zu seiner Verwendung zur Proteinexpression zu erklären und anzuwenden. Sie erläutern Konzepte der Proteinaufreinigung mit verschiedenen chromatographischen Verfahren. Sie vergleichen und bewerten biochemische und biophysikalische Methoden der Charakterisierung von Proteinen und ihrer Interaktionen und können diese anwenden. Die Studierenden können selbstständig und sachgerecht mit grundlegenden Laborinstrumenten umgehen. Sie dokumentieren ihre Ergebnisse in Form eines Protokolls und setzen sie in Bezug zur wissenschaftlichen Literatur. Sie sind in der Lage, mit
Hilfe von englischsprachiger Fachliteratur einen Vortrag zu erarbeiten und zielgruppengerecht zu präsentieren.

Lehrformen
Vorlesung, Praktikum, Seminar

Inhalte
Allgemeine molekularbiologische und biochemische Techniken, die den Weg vom Gen bis zur Proteinfunktion abdecken. Die Studierenden führen selbständig Methoden aus wie Klonierung, PCR, Proteinexpression, Proteinaufreinigung, Chromatographie, Biomolekulare Interaktionsanalyse (Biolayer-Interferometrie, Microfluidic diffusional sizing), Atomic Force Microscopy, Fluoreszenzspektroskopie.

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein
Inhaltlich: Keine

Prüfungsformen
Lernportfolio bestehend aus:
Kompetenzbereich Wissen (70%): Schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums
Kompetenzbereich Dokumentation (20%): Auswertung und Interpretation der Versuchsergebnisse in einem Protokoll
Kompetenzbereich Präsentation (10%): Erarbeitung und Halten eines wissenschaftlichen Vortrags

Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul
(1) Bestehen des Kompetenzbereichs Wissen
(2) Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
(3) Abgabe eines Protokolls, das den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation

entspricht (4) Halten eines Seminarvortrags, der den Minimalstandards genügt
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen BSc Biochemie, BSc Naturwissenschaften, B.Sc. Biologie International, B.Sc. Quantitative Biologie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V530	V530 - Architektur und Funktion von Proteinen und anderen Biomolekülen – Verständnis durch Röntgenkristallographie
&	Architecture and function of proteins and other biomolecules – insights *via* X-ray crystallography

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Oliver H. Weiergräber (o.h.weiergraeber@fz-juelich.de)			**Stand:** 12.05.2022
Dozierende Prof. Dr. Renu Batra-Safferling, Dr. Abhishek Cukkemane, Prof. Dr. Jörg Labahn, Prof. Dr. Oliver H. Weiergräber			**Fachsemester:** 5. – 6.
Modulorganisation Prof. Dr. Oliver H. Weiergräber (o.h.weiergraeber@fz-juelich.de)			**Modus:** Wahlpflichtmodul
Arbeitsaufwand 270 h	**Leistungspunkte** 9 CP	**Kontaktzeit** 120 h	**Selbststudium** 150 h
Lehrveranstaltungen Praktikum: 6 SWS Vorlesung: 1 SWS Seminar: 1 SWS	**Modulfenster** 4	**Gruppengröße** 8	**Dauer** 1 Semester

Lernergebnisse/Kompetenzen

Dieses Modul richtet sich an Studierende, die einen Einblick in die Anwendung von Röntgenstrahlung zur Strukturaufklärung von Biomolekülen mit atomarer Auflösung gewinnen möchten. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Röntgenkristallographie, mit Fokus auf die essentiellen Schritte einer Strukturbestimmung – von der Kristallisation von Makromolekülen bis zur Generierung und Validierung von Strukturmodellen. Sie sind in der Lage, wichtige Aspekte von Struktur-Funktions-Beziehungen von Proteinen oder Proteinkomplexen anhand ausgewählter Beispiele zu erläutern. Sie können ihre eigenen Experimente in einem Protokoll dokumentieren, die Ergebnisse angemessen interpretieren und sie in einen übergeordneten Kontext stellen. Die Kenntnisse aus diesem Modul werden sie befähigen, Publikationen zu makromolekularer Struktur und Funktion besser zu verstehen und die Methodik sowie die Interpretation der Ergebnisse kritisch zu hinterfragen. Außerdem sind sie in der Lage, eine zielgruppenorientierte Präsentation zu einem vorgegebenen Thema der Strukturbiologie zu erstellen und einer Gruppe vorzutragen.

Lehrformen

Vorlesungen, Tutorien, Seminar, praktische Übungen im Labor, computergestützte Datenauswertung, Online-Ressourcen

Inhalte

Vorlesung

Grundlagen der Röntgenkristallographie (Kristallisationstechniken, Diffraktionstheorie, Symmetrie, Prinzipien der Datensammlung und -prozessierung, Modellbau und -validierung); Relevanz und Anwendungsgebiete der Kristallographie im Kontext alternativer Methoden; Meilensteine im Verständnis dreidimensionaler Strukturen und ihrer funktionellen Implikationen (z.B. Enzymkatalyse, Protein-Protein-Wechselwirkungen, Wirkstoff-Effekte)

Praktikum

Kristallisation von Modellproteinen, Polarisations- und Fluoreszenzmikroskopie von Kristallen, Aufnahme von Diffraktionsdaten (Demonstration), Bestimmung von Gitterkonstanten und Raumgruppe, Phasenbestimmung mittels molekularen Ersatzes, Modifikation von Strukturmodellen anhand von Elektronendichtekarten, Modellverfeinerung, Beurteilung der Verlässlichkeit von Modellen, Struktur-Funktions-Beziehungen an ausgewählten Beispielen

(nach Wahl der Studierenden) *Seminar* Kritische Würdigung von Publikationen im Bereich der biomolekularen Kristallographie
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Alle Module des Grundstudiums (1. – 4. Sem.) müssen absolviert sein. **Inhaltlich:** Keine
Prüfungsformen Lernportfolio bestehend aus: (1) Kompetenzbereich Wissen (60% der Note): schriftliche oder mündliche Prüfung über die Inhalte des Moduls (2) Kompetenzbereich Dokumentation (20% der Note): schriftliches Protokoll, das wissenschaftlichen Standards genügt (3) Kompetenzbereich Wissenschaftliche Präsentation (20% der Note): Präsentation mit anschließender Diskussion über eine modulrelevante Publikation
Voraussetzungen für die Vergabe der Leistungspunkte für dieses Modul (1) Regelmäßige Teilnahme an allen Komponenten des Moduls (2) Erfüllung der Anforderungen in allen geprüften Kompetenzbereichen (s.o.)
Zuordnung zum Studiengang Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen Bachelor Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote Die Note fließt, entsprechend der Leistungspunkte (CP) gewichtet, in die Gesamtnote ein. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Unterrichtssprache ( ) Deutsch ( ) Englisch (x) Deutsch und Englisch ( ) Deutsch, bei Bedarf Englisch
Sonstige Informationen Anmeldung erfolgt über das LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/

V531	V531 – Introduction to modeling in biology
	Introduction to modeling in biology

Coordinator (responsible lecturer) Prof. Dr. Oliver Ebenhöh			**Status:** 01.10.2022
Lecturers Dr. St. Elmo Wilken			**Semester:** 5. – 6.
Contact and organization Dr. St. Elmo Wilken (wilkenst@hhu.de)			**Mode:** optional compulsory course
Workload 270 h	**Credit points** 9 CP	**Contact time** 120 h	**Self-study** 150 h
Course components Practical course: 6 SWS Lectures: 2 SWS	**Module window** Wintersemester, Fenster 3	**Group size** 16	**Duration** 1 semester

Learning outcomes/skills

At the end of the course, students will be able to analyze biological models that are described by differential equations. The course will focus on the qualitative analysis of one-, and multi-dimensional differential equations. The students will be able to predict the stability of dynamical systems, and relate this to physiological phenomena. The students will be able to use sensitivity analysis to understand how parameters affect solutions. The students will be able to use bifurcation analysis to understand how parameters can change the qualitative behavior of dynamical systems. The students will learn to work independently on a given topic, read and understand literature, and present their results in a mathematically comprehensible format.

Forms of teaching

Lectures and hands-on tutorials, presentations of exercises.

Content

The lectures will be composed of two sections:

- one dimensional differential equations
- multidimensional differential equations (focusing on two dimensional systems)

For each section, the following material will be covered:

- Linear stability analysis
- Local and steady state sensitivity analysis
- Bifurcation analysis (saddle node, transcritical, and pitchfork)
- Application to prototypical biological processes (gene regulation, ecological models, metabolism, etc.)

Exercises:

The theoretical foundations will be taught in the lectures before the practical courses. The exercises will serve to reinforce the theory introduced during the lectures, and demonstrate how it can be applied to real biological systems. At the end of the course, a short introduction to programming in the Julia language will be presented, so that the students will gain some familiarity with using a programming language to solve differential equations and confirm their qualitative analyses introduced during the course with simulations.

Eligibility

Formal: All modules of basic studies (1. – 4. Sem.) need to be completed

Content-related: Basic mathematical knowledge, basic experience in any programming language is helpful.

Examination types

Learning portfolio consisting of:

• Written exam on the content of the lectures and practical courses (60%) • Exercises (40%)
Requirements for the award of credit points for this course (1) Regular and active participation in lectures and practical courses (2) On-time submission of homework exercises, which must at least fulfill minimal standards (3) Passing the final examination
Relevant for following study programs/major Bachelor Biologie, Bachelor Quantitative Biologie, Bachelor Biologie International
Compatibility with other curricula
Significance of the mark for the overall grade The mark given will contribute to the final grade in proper relation to its credits. 9/170 CP (B.Sc. Biologie); 9/186 CP (B.Sc. Biologie International), 9/221 CP (B.Sc. Quantitative Biologie)
Course language ( ) German (x) English ( ) German and English ( ) German, English on demand
Additional information Registration via LSF https://lsf.uni-duesseldorf.de/ Participation is not possible if module V494 has been completed.

Anhang B – Auszug aus dem Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Chemie (Qualifizierungsmodule im Schwerpunkt Chemie)

Moderne Anorganische Chemie (MAC)					Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie					Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester	
8	240	Block, 1. Semesterhälfte	SoSe	6.	

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Moderne Anorganische Chemie	V	2	90	30	250
Übung	Üb	1	30	15	30
Praktikum	PExp	6	120	90	15

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. C. Janiak	
Beteiligte Dozierende	Prof. Dr. C. Janiak, Prof. Dr. C. Ganter	
Sprache	deutsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	B. Sc. Wirtschaftschemie	Wahlpflichtmodul

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- das Konzept der Nano-Chemie und poröser Materialien anhand von Beispielen erläutern und Anwendungsbereiche solcher Materialien benennen,
- analytische Methoden zur Charakterisierung von Nano-Materialien und porösen Materialien beschreiben und problemorientiert auswählen,
- Elementarreaktionen der metallorganischen Katalyse beschreiben und Katalysezyklen verschiedener Reaktionen aufstellen,
- Vor- und Nachteile homogener und heterogener katalytischer Verfahren diskutieren,
- die Bedeutung katalytischer Prozesse in der chemischen Industrie erklären.

Inhalte

Vorlesung:

- Nanochemie: Synthesen, Charakterisierungen und Anwendungen von Nanomaterialien.
- poröse Materialien: Synthesen, Charakterisierungen und Anwendungen von porösen Materialien am Bsp. der Metall-organischen Netzwerke (MOFs).
- Katalyse: Grundlagen der homogenen Katalyse, Katalysezyklen und relevante metallorganische Elementarreaktionen, Steuerung von Aktivität, Produktivität und Selektivität. Ausgewählte Beispiele aus Labor und Produktion.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen ANA und EOC.		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung, Übung und Praktikum, Bearbeitung von Übungsaufgaben und aller Praktikumsaufgaben. Erstellen von Protokollen.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des MAC-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Klausur	120	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180

Sonstige Informationen

Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

Literatur

C. Janiak, H.-J. Meyer, D. Gudat, P. Kurz, *Moderne Anorganische Chemie*, De Gruyter, 5. Auflage, Berlin/Boston, **2018**.
C. Elschenbroich, *Organometallchemie*, Teubner, 6. Auflage, Wiesbaden, **2008**.
D. Steinborn, *Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse*, Vieweg+Teubner, 2. Aufl., Wiesbaden, **2010**.
VL-Präsentationen und Praktikumsskript.

Kristallstrukturbestimmung (Krist)					Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie					Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester	
8	240	Block, 1. Semesterhälfte	SoSe	6.	

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Theorie und Praxis der Kristallstrukturanalyse	V	2	90	30	250
Krist-Übungen	Üb	1	30	15	30
Krist-Praktikum	PExp	6	120	90	15

Modulverantwortliche:r	Dr. G. J. Reiß	
Beteiligte Dozierende	Dr. G. J. Reiß	
Sprache	deutsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	B. Sc. Wirtschaftschemie (anteilig) M. Sc. Chemie M. Sc. Wirtschaftschemie	Wahlpflichtmodul Wahlpflichtmodul Wahlpflichtmodul

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die theoretischen Grundlagen der Kristallstrukturanalyse erläutern,
- einen Überblick über die experimentellen Möglichkeiten zur Charakterisierung von Einzelkristallen mittels Röntgenbeugung geben,
- eine Kristallstrukturanalyse im Routinefall durchführen und dokumentieren.

Inhalte

- Erzeugung von Röntgenstrahlen und Strahlenschutz.
- Kristallgitter und Symmetrie.
- Wellenkinematische Theorie der Röntgenbeugung, die Deutungen des Beugungsphänomens von Laue und Bragg.
- das Reziproke Gitter, die Ewald-Konstruktion, Atomformfaktoren und Strukturfaktoren
- Translationenbehaftete Symmetrieelemente.
- Systematische Auslösungen und die Bestimmung von Raumgruppen.
- Fourier-Reihen in der Kristallographie.
- Optische Diffrakometrie.
- Experimentelle Methoden (Kristallzucht und -auswahl, kurze Einführung in die klassischen Filmmethoden, Vierkreisdiffraktometer, Imaging Plate- und CCD-Diffraktometer, Intensitätsdatensammlung).
- Datenreduktion.
- Strukturlösung mit direkten Methoden bzw. Pattersonfunktion.
- Strukturverfeinerung und Qualitätsindikatoren.
- kritische Beurteilung der Ergebnisse von Kristallstrukturanalysen.
- Kristallographische Datenbanken und Crystallographic Information Files.
- Pseudosymmetriephänomene.
- Aperiodische Kristallstrukturen.
- Durchführung einer Kristallstrukturbestimmung und Erstellung einer CIF-Publikation.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme am Modul ANA.
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung, Übung und Praktikum, Bearbeitung von Übungsaufgaben. Erstellen von Protokollen.

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des Krist-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Klausur	120	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180
Sonstige Informationen			
Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.			
Literatur			
W. Massa, *Kristallstrukturbestimmung*, Teubner, 5., überarb. Aufl., Wiesbaden, **2007**. W. Borchardt-Ott, H. Sowa, *Kristallographie. Eine Einführung für Studierende der Naturwissenchaften*, Springer, 9. Aufl., Berlin/Heidelberg, **2018**. C. Giacovazzo (Hrsg.), *Fundamentals of Crystallography*, Oxford University Press, 3., rev. Ed., Oxford, ***2011***.			

Supramolekulare Anorganische Chemie (SupAC)					Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie					Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus		Studiensemester
8	240	1 Semester	SoSe		6.

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Supramolekulare Chemie Anorganische und Metallorganische Chemie	V	2	90	30	20
SupAC-Praktikum	PExp	6	120	90	10
Seminar für Strukturchemie	Sem	1	30	15	20

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. W. Frank	
Beteiligte Dozierende	Prof. Dr. W. Frank	
Sprache	deutsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	M. Sc. Wirtschaftschemie	Wahlpflichtmodul

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- molekulare, supramolekulare und polymolekulare Stoffe und die grundlegenden aufbauenden Bindungsarten differenzieren,
- die Stärke und räumliche Organisation supramolekularer Assoziation erkennen und aktiv bei der Planung und Durchführung von Synthesen von Anorganika und Metallorganika nutzen.

Inhalte

- Strukturchemie als grundlegende Disziplin der Supramolekularen Chemie.
- Formen primärer und sekundärer Bindung und empirische Bindungsordnungen.
- Additionsverbindungen als Supramolekulare Verbindungen.
- die supramolekulare Aromat-Metall-Wechselwirkung.
- Supramolekulare Aspekte bei Seifen, Tensiden, Lipiden.
- Planung und Durchführung der Herstellung und der Analyse supramolekularer anorganischer und elementorganischer Verbindungen.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen C1, C2 und EOC.		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung und Praktikum. Erstellen von Protokollen.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des SupAC-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Klausur	120	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180

Sonstige Informationen

Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

Literatur

J. W. Steed, J. L. Atwood, *Supramolecular Chemistry*, John Wiley & Sons, 3. Ed., Chichester, **2022**.

Biochemie des Stoffwechsels (QM-BC)				Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie				Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester
8	240	1. Semesterhälfte	SoSe	6.

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Stoffwechselbiochemie	V	4	120	60	30
Methoden der Proteincharakterisierung	PExp & Sem	7	120	90	15

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. L. Schmitt	
Beteiligte Dozierende	Dozierende der Biochemie	
Sprache	deutsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die Zusammenhänge von Stoffwechselprozessen und den resultierenden physiologischen oder pathologischen Auswirkungen erklären,
- wesentliche Eigenschaften von Proteinen und Membranen bestimmen,
- bioanalytische Daten auswerten und dokumentieren.

Inhalte

Vorlesung:

- Glycolyse
- Substratketten-Phosphorylierung
- Citronensäurezyklus
- Aufbau biologischer Membranen
- Gegenüberstellung von Oxidativer Phosphorylierung und Photophosphorylierung
- Abbau und Synthese von Triacylglycerol und deren hormonelle Steuerung
- Harnstoffzyklus
- Pentosephosphat-Weg in Tieren und Calvin-Zyklus in Pflanzen
- Oxygenasen und Desaturasen
- Milchsäure- und Ethanol-Gärung
- Pyruvatdehydrogenase
- Oxidative Phosphorylierung
- Grundlagen der Bioenergetik
- Gluconeogenese und Glykogenstoffwechsel und ihre hormonelle Steuerung
- Aminosäure-Abbau
- Stickstoffkreislauf
- Steroid- und Isoprenoidsynthese

Praktikum:

- Enzymatische Glucosebestimmung
- Proteinsequenzierung durch Edman-Abbau von Insulin.
- Erzeugung und Quantifizierung von Membranpotentialen.
- Quantifizierung von IgG durch ELISA.
- Darstellung von Proteinstrukturen mit Hilfe von Standardprogrammen und der Brookhaven Protein Data Base.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme am Modul GBC.
Studienleistungen	Aktive und regelmäßige Teilnahme am Praktikum, Berichte zu den Praktikumsversuchen, Abschlusskolloquien zum Praktikum.

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des Praktikums „Methoden der Proteincharakterisierung“.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Klausur	120	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180
Sonstige Informationen			
Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.			
Literatur			
Lehrbücher der Biochemie z.B.: J. M. Berg, J. L. Tymoczko, G. J. Gatto jr., L. Stryer, *Biochemie*, Springer Spektrum, 8. Aufl., Berlin, **2018**.			

Qualifizierungsmodul Bioorganische Chemie (QualiBioOC)				Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie				Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester
8	240	Block, 1. Semesterhälfte	SoSe	6.

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Grundlagen der bioorganischen Chemie	V	1	30	15	30
Einführung in die wissenschaftliche Arbeit	Sem/Üb	2	75	30	30
Praktikum	PExp	6	135	90	15

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. J. Pietruszka	
Beteiligte Dozierende	Dr. Sonja Meyer zu Berstenhorst	
Sprache	deutsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	B. Sc. Chemie	Wahlpflichtmodul
	B. Sc. Biochemie	Wahlmodul Wahlmodul
	B. Sc. Biologie	Wahlpflichtmodul
	B. Sc. Wirtschaftschemie	

Lernziele und Kompetenzen

- Die Studierenden können die Grundbegriffe der bioorganischen Chemie einordnen.
- Die Studierenden sind in der Lage, ihre Bachelorarbeit größtenteils eigenständig durchzuführen und die Ergebnisse fachgerecht auszuwerten und zu präsentieren.
- Die Studierenden kennen die Grundzüge guter wissenschaftlicher Praxis und wenden diese bei der eigenen Arbeit an.

Inhalte

Vorlesung:

- Grundlagen der Molekularbiologie (Replikation, Transkription, Translation, Proteinbiochemie, PCR, Mutagenese) und
- Enzymologie (Kinetik, Thermodynamik, Enzymdesign, Screening).
- Retrosynthese.
- NMR-Spektroskopie.
- MS-Spektrometrie.

Seminar/Übung:

- Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit.
- Einführung in MS Word (Formatierungen, Querverweise).
- Literaturrecherche, wissenschaftliches Zitieren, Einführung in das Literaturverwaltungsprogramm Endnote.
- Spektrenauswertung mit MestReNova.
- Grafikdesign (Farbraum, Auflösung, Bildformate, ChemDraw, PowerPoint).
- wissenschaftliches Präsentieren (Motivation, Gliederung, Foliendesign, Übungen zur Körpersprache).

Praktikum: Einführung in die für die Bachelorarbeit wichtige Methodik.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen VOC und VOC-P.		
Studienleistungen	Regelmäßige, aktive Teilnahme an den Übungen im Seminar, Teilnahme am Institutsseminar mit eigener Präsentation.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des QualiBioOC-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Mündliche Einzelprüfung	30-45	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180
Sonstige Informationen			
Aktuelle Informationen finden Sie unter http://www.iboc.uni-duesseldorf.de/lehre			
Literatur			
K. Hien, S. Rümpler, *Grafische Gestaltung in Naturwissenschaften und Medizin*, Spektrum, Berlin/Heidelberg, **2008.** S. Bienz, L. Bigler, T. Fox, H. Meier, *Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie. Hesse–Meier–Zeeh*, Thieme, 9. Aufl., Stuttgart/New York, **2016**.			

Festphasen-Polymersynthese (FePoS)					Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc Chemie					Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus		Studiensemester
8	240	1 Semester	SoSe		6.

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Festphasen-Polymersynthese	V	2	60	30	30
FP-PS-Übung	Üb	1	30	15	30
FP-PS-Praktikum	PExp	6	150	90	15

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. L. Hartmann	
Beteiligte Dozierende	Prof. Dr. Hartmann, Dr. M. Tabatabai, Dozierende der Makromolekularen Chemie.	
Sprache	deutsch/ggf. Englisch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	M. Sc. Biochemie (anteilig) B. Sc. Wirtschaftschemie (anteilig)	Wahlpflichtmodul Qualifizierungsmodul

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die Festphasensynthese von Peptiden erklären und rekonstruieren,
- die Festphasensynthese von anderen Makromolekülen wie Oligonucleotiden und Oligo(amidoaminen) identifizieren und vergleichen,
- Festphasensynthese von Peptiden und Oligo(amidoaminen) planen und durchführen.

Inhalte

Vorlesung:

Das Prinzip der Festphasensynthese wird am Beispiel der Merrifield Festphasenpeptidsynthese eingeführt. Die Anwendung der Festphasensynthese in Industrie und Forschung wird am Beispiel der Peptid-, Oligonucleotid-, Zucker- und Polymerfestphasensynthese weitergehend beleuchtet.

Praktikum:

Planung und Durchführung eines Forschungsprojektes unter Anleitung eines Doktoranden/ einerDoktorandin. Die Forschungsarbeit besteht aus Recherche der relevanten Literatur, Planung und Durchführung der Experimente, Charakterisierung der Produkte und Anfertigung eines Abschlussberichts.

Übung: In den Übungen werden die Themen der Vorlesung und des Praktikums vertieft.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme am Modul PMC.		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Vorlesung, Übungen und erfolgreiche Bearbeitung der Forschungsthemen im Arbeitskreis. Erstellen von Protokollen und einem Abschlussbericht.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des FePoS-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Mündliche Einzelprüfung	30-45	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180

Sonstige Informationen

Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.

Literatur

W. C. Chan, P. D. White, *Fmoc Solid Phase Peptide Synthesis: A Practical Approach (The Practical Approach Series)*, Oxford University Press, Qxford, **1999**.

Patrick H. Toy, Yulin Lam*, Solid-Phase Organic Synthesis: Concepts, Strategies, and Applications*, John Wiley & Sons, Hoboken, **2012**.

Angewandte Organische Chemie (AOC)				Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie				Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester
8	240	Block, 1 Semesterhälfte	SoSe	6.

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Syntheseplanung	V	2	60	30	30
AOC-Seminar	Sem	1	45	15	30
AOC-Praktikum	PExp	6	135	90	15

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. T. J. J. Müller	
Beteiligte Dozierende	Prof. Dr. C. Czekelius, PD Dr. Klaus Schaper, Dr. S. Beutner.	
Sprache	deutsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	B. Sc. Biochemie (anteilig) M. Sc. Chemie	Wahlpflichtmodul Wahlpflichtmodul

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- einfache und komplexe Moleküle retrosynthetisch analysieren,
- einfache und komplexe Reaktionssequenzen zur Synthese von Zielmolekülen planen,
- Vor- und Nachteile unterschiedlicher Synthesewege identifizieren und differenziert erläutern,
- mehrstufige Synthesen durchführen und angemessen dokumentieren,
- analytische Methoden zum Strukturbeweis niedermolekularer Verbindungen auswählen und Spektreninformationen (NMR, IR und MS) interpretieren,
- aktuelle Fachthemen beurteilen sowie angemessen zusammenfassen und präsentieren.

Durch den Erwerb der o.g. Kompetenzen werden die Studierenden zur Durchführung einer präparativ-organisch ausgerichteten Bachelorarbeit befähigt.

Inhalte

Vorlesung:

- Synthesestrategien.
- Retrosynthetische Analyse.
- Syntheseplanung.
- wichtige Transformationen von funktionellen Gruppen.

Praktikum:

Am Beispiel ausgewählter Laborsynthesen von interessanten und relevanten Verbindungen werden Stoffklassen und Funktionalitäten mit Reaktionstypen und Mechanismen verknüpft. Hierzu werden auch mehrstufige Reaktionssequenzen und Mikrowellen-unterstütze Synthesen genutzt sowie die Möglichkeiten und Grenzen moderner analytischer Methoden bei der Identifizierung und Reinheitskontrolle der Syntheseprodukte aufgezeigt.

Abschließend in einer Arbeitsgruppe Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt

Im *Seminar* werden relevante Aspekte der im Praktikum durchgeführten Versuche diskutiert.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen VOC und VOC-P.		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Praktikum. Erfolgreiche Bearbeitung aller Praktikumsaufgaben. Erstellen von Versuchsprotokollen. Beteiligung an Sachdiskussionen.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des AOC-Praktikums.		
	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet

Prüfungen	Mündliche Einzelprüfung	30-45	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			08/180
Sonstige Informationen			
Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF.			
Literatur			
S. Warren, *Organische Retrosynthese*, Teubner, Stuttgart, **1997**. S. Warren, P. Wyatt, *Organic Synthesis. The Disconnection Approach*, Wiley, 2. Ed., New York, **2008** S. Warren, *Workbook for Organic Synthesis. The Disconnection Approach*, John Wiley & Sons, 2. Ed., New York, **2009**. F. A. Carey, R.J. Sundberg, *Organische Chemie. Ein weiterführendes Lehrbuch*, Wiley-VCH, Weinheim, **1995**,(Kap. 26). J. Fuhrhop, G. Penzlin, *Organic Synthesis. Concepts and Methods*, Wiley-VCH, 2., rev. and enl. Ed., Weinheim, **1994**. K.C. Nicolaou, E.J. Sorensen, *Classics in Total Synthesis. Targets, Strategies, Methods*, Wiley-VCH, Weinheim, **1996**. K.C. Nicolaou, S. A. Snyder, *Classics in Total Synthesis II. More targets, strategies, methods*, Wiley-VCH, Weinheim, **2003**. E.J. Corey, X.-M. Cheng, *The Logic of Chemical Synthesis*, John Wiley & Sons, New York, **1989**. C.L. Willis, M. Wills, *Syntheseplanung in der Organischen Chemie*, Wiley-VCH, Weinheim, **1997**. T. Wirth, *Syntheseplanung – aber wie?,* Spektrum,Heidelberg, **1998**. T.-L. Ho, *Symmetry. A Basis for Synthesis Design*, John Wiley & Sons, New-York, **1995**. Praktikumsskript.			

Experimentelle Methoden in der Physikalischen Chemie (QM-PC)				Stand: 25.02.2019
Studiengang: B. Sc. Chemie				Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester
8	240	Block, 1 Semesterhälfte	SoSe	6

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Experimentelle Methoden in der PC	V	2	45	30	30
Praktikum	PExp	6	150	90	15
Seminar	Sem	1	45	15	30

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. P. Gilch	
Beteiligte Dozierende	Alle Dozierenden der Physikalischen Chemie.	
Sprache	deutsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	B. Sc. Biochemie M. Sc. Biochemie	Wahlpflichtmodul Wahlpflichtmodul

Lernziele und Kompetenzen

Konzeption und Umsetzung eines Forschungsprojekts der PC. Umgang mit modernen Messmethoden der PC. Datenerfassung und -auswertung sowie Vergleich mit den theoretischen Vorhersagen. Graphische und schriftliche Darlegung der Ergebnisse. Wissenschaftliches Vortragen.

Inhalte

Vorlesung:

Allgemeiner Teil (alle Teilnehmer)

- Themenfindung in der PC und Literaturarbeit
- Dokumentation von Messerergebnissen
- Messungen und Datenerfassung (Dynamikumfang, Kalibrierungen etc.)
- Statistische und systematische Fehler
- Umgang mit Darstellungs- und Auswertungssoftware am Beispiel von ORIGIN.

Spezieller Teil (durchgeführt vom jeweiligen Praktikumsbetreuer)

Es sollen relevante Themenbereiche in Bezug zum Thema der Bachelorarbeit vertieft und instrumentelle sowie theoretische Methoden des betreuenden Arbeitskreises kennengelernt werden.

Dieser Teil dient der speziellen Vorbereitung zur geplanten Bachelorarbeit.

Übung/Seminar: Praktischer Umgang mit ORIGIN. Vortrag über das Forschungsprojekt.

Praktikum: ein experimentelles Forschungsprojekt in der Arbeitsgruppe, in der die Bachelorarbeit angefertigt werden soll.

Teilnahmevoraussetzungen	Kenntnisse mathematischer Methoden und Grundkenntnisse der Physikalischen Chemie aus den Modulen GPC und GPC-P.		
Studienleistungen	Aktive, regelmäßige Teilnahme an den Veranstaltungen. Anfertigung eines Berichts.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des QM-PC-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Vortrag über das Praktikum, bewertete Ausarbeitung	30-45	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180
Sonstige Informationen			

http://www.chemie.uni-duesseldorf.de/Faecher/Physikalische_Chemie
Literatur
Allgemeiner Teil: Vorlesungsskript. Spezieller Teil: Original- und Übersichtsarbeiten.

Angewandte Quantenchemie und Computerchemie (AnQCCC)				Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie				Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester
8	240	Blockmodul 1. Semesterhälfte	SoSe	6.

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
AnQCCC-Vorlesung	V	2	60	30	250
AnQCCC-Seminar	Sem	1	45	15	30
AnQCCC-Praktikum	PExp	6	135	90	15

Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. C. M. Marian	
Beteiligte Dozierende	Die Dozierende des Instituts für Theoretische Chemie und Computerchemie	
Sprache	deutsch/englisch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	B. Sc. Wirtschaftschemie (anteilig) B. Sc. Informatik M. Sc. Chemie M. Sc. Wirtschaftschemie	Qualifizierungsmodul Wahlpflichtmodul Wahlpflichtmodul Wahlpflichtmodul

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- die wichtigsten Methoden der Computerchemie anwenden,
- der Problemstellung angemessene Methoden und Basisätze auswählen,
- selbständig Geometrieoptimierungen an Molekülen durchführen und beurteilen,
- elektronische Anregungsspektren berechnen und interpretieren,
- eine Bachelorarbeit in der Theoretischen Chemie anfertigen.

Inhalte

- Quantenchemische Methoden für Eigenschaften von Molekülen im elektronischen Grundzustand (Hartree-Fock, Dichtefunktionaltheorie, Møller-Plesset-Störungstheorie, semiempirische Verfahren).
- Grundzüge der statistischen Thermodynamik, Zustandssummern für Translation, Rotation, Schwingungs- und elektronische Energien.
- Einschätzen der Leistungsfähigkeit der quantenchemischen und semiempirischen Methoden.
- Interpretation der Ergebnisse von MO-Rechnungen.
- Suche nach Minima und Übergangszuständen, Reaktionswärmen (Wahl von Atomorbitalbasen, Bedeutung der Nullpunktsschwingungsenergie, Temperaturabhängigkeit, Lösungsmitteleffekte).
- Berechnung elektronischer Anregungsspektren mit DFT/MRCI.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme am Modul QCCC.		
Studienleistungen	Teilnahme an Vorlesung und Praktikum, Auswertung der Praktikumsaufgaben, Seminarvortrag.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des AnQCCC-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Mündliche Einzelprüfung	30-45	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180

Sonstige Informationen
Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF und auf der Webseite des Instituts.
Literatur
Skript zur Vorlesung. C. J. Cramer, *Essentials of Computational Chemistry*. *Theories and models*, Wiley, 2. Ed., Chichester, **2004**.

Simulation von Biomolekülen (BioSim)					Stand: 15.05.2018
Studiengang: B. Sc. Chemie					Modus: Qualifizierung
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester	
8	240	Block, 3 Wochen (März)	WiSe	5.	

Lehrveranstaltungen	Typ	Umfang [SWS]	Arbeitsaufwand [h]	Präsenzzeit [h]	Gruppengröße
Simulation von Biomolekülen	V	2	60	30	250
BioSim-Seminar	Sem	1	45	15	30
BioSim-Praktikum	PExp	6	135	90	15

Modulverantwortliche:r	Jun. Prof. Dr. B. Strodel	
Beteiligte Dozierende	Jun. Prof. Dr. B. Strodel	
Sprache	deutsch, englisch auf Wunsch	
Weitere Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus
	B. Sc. Wirtschaftschemie	Qualifizierungsmodul
	M. Sc. Chemie	Wahlpflichtmodul
	B. Sc. Biochemie	Qualifizierungsmodul
	M. Sc. Wirtschaftschemie	Wahlpflichtmodul
	M. Sc. Biochemie	Wahlpflichtmodul

Lernziele und Kompetenzen

Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- Proteine und andere Biomoleküle mit der Software VMD visualisieren,
- die Theorie hinter Molekulardynamik(MD)-Simulationen nachvollziehen,
- MD-Simulationen von Proteinen mit der Software GROMACS durchführen und diese auswerten,
- englischsprachige Publikationen über biomolekularen Simulationen verstehen und diese in einem Vortrag vorstellen.

Inhalte

Vorlesung:

- Biomolekulare Kraftfelder.
- Berechnung nichtkovalenter Wechselwirkungen.
- Geometrieoptimierung.
- Molekulardynamik (MD)-Simulationen: Theorie, MD mit dem Programm GROMACS, Auswertung von MD-Simulationen, Methoden zur Berechnung von freien Energien (z.B. Replica-Exchange-MD und Umbrella-Sampling-MD).
- Monte-Carlo-Simulationen, inklusive globaler Optimierung.
- QM/MM-Simulationen, mit Anwendungen auf Enzyme.

Seminar:

- Analyse einer Publikation zum Thema biomolekulare Simulation und eigene Simulationen zu dieser Publikation.
- Vorstellen der Publikation und der eigenen Simulationsergebnisse in einem Seminarvortrag (30 Minuten, Powerpoint).

Computerpraktikum:

- Einführung in Linux, die Benutzung des MD-Programms GROMACS, des QM/MM-Programms ChemShell und des Programms VMD zur Darstellung von Biomolekülen.
- Bearbeitung von praktischen Übungen zu den Themen der Vorlesung am PC unter Linux. Die Übungsaufgaben werden selbstständig bearbeitet.
- Protokolle zu den Übungen. Die Protokolle werden korrigiert und besprochen.

Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen PC0 und QCCC.

Studienleistungen	Bearbeitung von Übungen im Rahmen des Computerpraktikums inklusive Protokolle, Seminarvortrag.		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des BioSim-Praktikums.		
Prüfungen	Prüfungsform	Dauer [min]	benotet/unbenotet
	Klausur	120	benotet
Stellenwert der Note für die Gesamtnote			8/180

Sonstige Informationen

Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF und auf der Webseite des Instituts.

Wenn das Modul bereits als Qualifikationsmodul im Bachelorstudiengang gewählt wurde, ist eine Belegung als Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ausgeschlossen.

Literatur

Skript zur Vorlesung

Fachbücher:

T. Schlick, *Molecular Modeling and Simulation. An Interdisciplinary Guide*, Springer, 2. Ed., New York, **2010**.

A. R. Leach, *Molecular Modeling. Principles and Applications*, Prentice Hall, 2. Ed., Harlow, **2011**.

D. Frenkel, B. Smit, *Understanding Molecular Simulation. From Algorithms to Applications*, Academic Press, 2. Ed., San Diego, **2002**.

Spezialliteratur zu Seminarthemen wird ausgegeben.

Algorithmen in der Bioinformatik (en. Algorithms in Bioinformatics)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Sommersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Diese Modul vermittelt einführende Konzepte der algorithmischen Bioinformatik. Die Studierenden vertiefen und wenden diese in theoretischen und praktischen Übungen an.

- Biologische Grundlagen
- Exhaustive Suche: DNA-Motive
- Gierige Algorithmen: Genom-Umordnungen
- Dynamische Programmierung: Sequenz-Alignment
- Graphen-Algorithmen: Assembly
- Kombinatorische Mustersuche und Suffixbäume
- Clustering
- Phylogenetische Bäume und molekulare Evolution
- Hidden Markov Modelle: CpG-Inseln

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- die besprochenen algorithmische Designprinzipien anwenden, Korrektheit von Algorithmen beweisen und Laufzeiten analysieren,
- zwischen verschiedenen Klassen von Algorithmen unterscheiden und die Konsequenzen erklären,
- klassische Bioinformatikalgorithmen erklären und anwenden,
- viele dieser Algorithmen in Python implementieren und
- für eine bestimmte Aufgabe geeignete Algorithmen auswählen.

Literatur

- Neil C. Jones, Pavel A. Pevzner: An Introduction to Bioinformatics Algorithms. The MIT Press, 2004
- Phillip Compeau, Pavel A. Pevzner: Bioinformatics Algorithms, An Active Learning Approach, Vol. I and II, Active Learning Publishers, 2015

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016

- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module Programmierung und Algorithmen und Datenstrukturen und (Mathematik für Informatik 1 oder Lineare Algebra 1 oder Analysis 1)

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben (50%)
- abschließende Prüfung (schriftlich, i. d. R. 90 Minuten)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Gunnar W. Klau

Algorithmische Geometrie (en. Computational Geometry)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	unregelmäßig	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse aus folgenden Bereichen:

- konvexe Hülle in der Ebene
- Plane-Sweep Algorithmen / Segment-Schnittprobleme- Distanzprobleme- Geometrisches Divide and Conquer / dichtestes Punktpaar
- Voronoi Diagramme / Delaunay-Triangulierungen / nächster Nachbar Anfragen
- Triangulierung von Polygonen / monotonen Polygonen
- Bereichsanfragen / Ham-Sandwich Theorem
- Rechteckabfragen / Bereichsbäume
- Punkt/Gerade-Dualität / Geradenarrangement
- kleinste umschließende Kreise / randomisierte Algorithmen

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- mit Datenstrukturen für die Berechnung der konvexe Hülle, eines Voronoi-Diagramms, einer Delauney-Triangulierung oder eines Graden-Arrangement umgehen
- Plane-Sweep Techniken, Teile-und-herrsche Verfahren und randomisierte Ansätze für das Lösen von geometrischen Problemen einsetzen
- untere Schranken für die Komplexität geometrischer Fragestellungen auf Punktmengen in der Euklidischen Ebene bestimmen

Literatur

- de Berg et al: Computational Geometry, Algorithms and Applications. Springer-Verlag. Berlin, 2000. 2. rev. ed.
- Preparata, Shamos: Computational Geometry, an Introduction. Springer-Verlag. New York, 1985.
- Edelsbrunner: Algorithms in Combinatorial Geometry, EATCS Monographs in Computer Science 10. Springer-Verlag, 1987.
- Matousek: Lectures on Discrete Geometry, Graduate Texts in Mathematics, 212. Springer-Verlag, New York, 2002.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik

- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Mitarbeit in den Übungen,
- Abgabe ausgewählter Hausaufgaben,
- schriftliche Klausur (i. d. R. 90 Minuten) oder mündliche Prüfung am Ende des Semesters

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof Dr. Egon Wanke

Algorithmische Komplexitätstheorie (en. Computational Complexity Theory)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	unregelmäßig	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse aus folgenden Bereichen:

- Einführung in die algorithmische Komplexität (Nichtdeterminismus, NP-Vollständigkeit, …)
- Sat, 3-SAT, Clique, IS, VC, 3-DM, Dominating Set, 3-Partition
- Pseudopolynomielle Algorithmen, Rucksack-, Partitions-Probleme
- Approximationsalgorithmen
- Schaltkreiskomplexität
- Parameterisierte Algorithmen, FPT
- Satz von Savich, Satz von Immerman und Szelepcsényi
- Randomisierte Algorithmen

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- nichtdeterministische Berechnungsmodelle anwenden,
- die Komplexität algorithmischer Probleme abschätzen,
- Grundlegende Techniken zur Approximation von Lösungen anwenden,
- pseudo-polynomielle Lösungsansätze entwickeln, und
- parametrisierte Fragestellungen analysieren.

Literatur

- Michael R. Garey and David S. Johnson: Computers & Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. Freeman. 1979
- Christos H. Papadimitriou: Computational Complexity. Addison-Wesley. 2008

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module Algorithmen und Datenstrukturen und Mathematik für Informatik 1 (oder Analysis 1 und Lineare Algebra 1)

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Mitarbeit in den Übungen,
- Abgabe ausgewählter Hausaufgaben,
- schriftliche Klausur (i. d. R. 90 Minuten) oder mündliche Prüfung am Ende des Semesters

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof Dr. Egon Wanke

Angewandte Algorithmik (en. Applied Algorithmics)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

> „In theory, there is no difference between theory and practice. In practice, there is.“

Algorithmen bilden die Grundlage jedes Computerprogramms. Traditionell liegt der Fokus des Algorithmendesigns auf der Theorie effizienter Algorithmen und deren worst-case-Analyse. In dieser Veranstaltung geht es jedoch um praktisch effiziente Algorithmen für beweisbar schwere Optimierungsprobleme. Das Ziel ist dabei, die Prinzipien der Optimalität nicht (vollständig) aufzugeben. Themengebiete sind:

- Wesentliche Aspekte der Algorithmik und Komplexität
- Vollständige Enumeration und Dynamische Programmierung
- Branch-and-Bound
- Approximationsalgorithmen
- Heuristiken und Metaheuristiken
- (Ganzzahlige) Lineare Programmierung
- Festparameter-Algorithmik
- Modellierungen mit Satisfiability (SAT)

Viele der Themengebiete werden nur einführend behandelt. Diese können dann in Spezialmodulen oder im Masterstudium vertieft werden.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- vorgestellte Techniken der Angewandten Algorithmik auf neue Probleme anwenden,
- Probleme praktisch effizient lösen, diese Lösungen implementieren, testen und evaluieren.

Literatur

- Steven Skiena, “The Algorithm Design Manual”, Second Edition, Springer, 2008

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik und Mathematik für Informatik 1 (oder Lineare Algebra 1 oder Analysis 1)

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben (50%)
- abschließende Prüfung (schriftlich, i. d. R. 90 Minuten)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Gunnar W. Klau

Betriebssysteme und Systemprogrammierung (en. Operating Systems and System Programming)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
10 LP	300 Stunden	90 Stunden	210 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (4 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

- C Programmierung
- Bibliotheken, Binder und Lader
- Prozesse und Threads
- Scheduling: verschiedene Verfahren (Multilevel, Feedback, Echtzeit), Fallstudien: Linux, Windows, …
- Synchronisierung: Mutex, Semaphore, Verklemmungen, sperrfreie Synchronisierung
- Hauptspeicher: Heap, Stack, Speicherverwaltung, Garbage Collection
- Virtueller Speicher: ein und mehrstufig, invertierte Seitentabellen, Auslagerungsstrategien, Speicherverwaltung in Linux
- Sekundärspeicher: Aufbau einer Festplatte/SSD, Partitionen, Speicherverwaltung
- Dateisysteme: FAT, UNIX, ext4, NTFS (mit Journaling)
- Interprozesskommunikation: Signale, Message Queue, Pipes, Shared-Memory, Sockets
- Ein- und Ausgabe: Interrupts, E-/A-Software, Linux Kernel Module und Gerätetreiber
- Sicherheit: Zugriffskontrolle, HW-Schutz, Angriff durch Pufferüberlauf, Meltdown, Address Space Layout Randomization, Kernel Page Table Isolation
- Architekturen: Monolithen, Mikrokerne, virtuelle Maschinen, Client/Server

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- das Zusammenspiel von Betriebssystem-Kern, Treiber und Hardware in eigenen Worten beschreiben
- Betriebssystemkonzepte in eigenen Worten erklären und miteinander vergleichen
- Systemprogramme in der Sprache C auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX entwickeln
- einfache parallele Programme mit mehreren Threads und geeigneten Synchronisierungslösungen konzipieren und programmieren
- Sicherheitsprobleme und Gegenmaßnahmen durch das Betriebssystem und den Hardwareschutz (am Beispiel der x86 Architektur) erklären

Literatur

- A. Tanenbaum: „Modern Operating Systems“, 4. Aufl., Prentice Hall, 2014.
- W. Stallings, „Operating Systems: Internals and Design Principles”, Prentice Hall, 9. Aufl., 2017.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021

- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhalte der Module Programmierung und Rechnerarchitektur

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- Erfolgreiche Teilnahme an der Prüfung am Ende der Veranstaltung.
- Die Klausur besteht aus zwei Teilen. 50% praktische Programmieraufgaben am PC und 50% Aufgaben auf Papier

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Michael Schöttner

Competitive Programming A (en. Competitive Programming A)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) praktische Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Competitive Programming ist ein Sport, bei dem es darum geht, Programmierprobleme möglichst schnell und unter vorgegebenen Zeit- und Platzvorgaben zu lösen. Dieses Modul vermittelt grundlegende Techniken, um verschiedene Arten von Problemen zu erkennen und in C++ zu lösen. Ziel ist es, die Teilnehmer dieses Moduls auf die Teilnahme an nationalen und internationalen Programmierwettbewerben (z. B. ICPC) vorzubereiten. Während des Semesters wird es neben wöchentlichen Programmierhausaufgaben auch einige Live-Contests während der Vorlesungszeit geben.

Themen des Moduls:

- Basisalgorithmen (Binärsuche, Sortieren, Dynamisches Programmieren, Backtracking, Prefixsummen)
- Greedy Algorithmen
- Graphenprobleme (DFS, kürzeste Wege, Spannbäume, Union-Find)
- Segmentbäume

Weitere Themen werden im Modul Competitive Programming B im Sommersemester behandelt. Die beiden Module ergänzen sich und können unabhängig voneinander belegt werden.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- Datenstrukturen und Algorithmen der C++ Standard Library benutzen,
- die Laufzeit von Programmen für gegebene Eingabegrößen abschätzen,
- gängige Lösungsmuster in einfachen Aufgaben von Programmierwettbewerben zu den Themen des Moduls erkennen, und
- effiziente Programme für einfache Aufgaben von Programmierwettbewerben zu den Themen des Moduls entwerfen und implementieren.

Literatur

- Ahmed Shamsul Arefin: Art of Programming Contest. Second Edition, Special Online Edition for UVa Online Judge Users
- Steven Halim, Felix Halim, and Suhendry Effendy: Competitive Programming 4: The Lower Bound of Programming Contest in the 2020s, Books 1+2. Lulu Press. 2020
- Nicolai Josuttis: The C++ Standard Library - A Tutorial and Reference. Addison Wesley Longman. 1999. 2nd edition
- Steven Skiena: The Algorithm Design Manual. Springer. 2008. 2nd edition.
- Steven Skiena and Miguel Revilla: Programming Challenges - The Programming Contest

Training Manual. Springer Verlag. 2003.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Gute Programmierkenntnisse in C++, Java oder Python und Grundkenntnisse von Datenstrukturen und Algorithmen.

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- 50% aus den wöchentlichen Übungen Hausaufgaben, mindestens 4 Wertungen sind erforderlich
- 50% aus dem Abschneiden bei Live-Contests, mindestens 4 Wertungen sind erforderlich

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

apl. Prof. Dr. Rudolf Fleischer

Competitive Programming B (en. Competitive Programming B)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) praktische Übung (2 SWS)	jedes Sommersemester	Bachelor-Studiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Competitive Programming ist ein Sport, bei dem es darum geht, Programmierprobleme möglichst schnell und unter vorgegebenen Zeit- und Platzvorgaben zu lösen. Dieses Modul vermittelt grundlegende Techniken, um verschiedene Arten von Problemen zu erkennen und in C++ zu lösen. Ziel ist es, die Teilnehmer dieses Moduls auf die Teilnahme an nationalen und internationalen Programmierwettbewerben (z. B. ICPC) vorzubereiten. Während des Semesters wird es neben wöchentlichen Programmierhausaufgaben auch einige Live-Contests während der Vorlesungszeit geben.

Themen des Moduls:

- Geometrische Probleme (konvexe Hülle, Schnittbildung)
- Zahlentheoretische Probleme (Primzahlzerlegung, Teilbarkeitsprobleme)
- Wortprobleme (Teilwörter)

Weitere Themen werden im Modul Competitive Programming A im Wintersemester behandelt. Die beiden Module ergänzen sich und können unabhängig voneinander belegt werden.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- Datenstrukturen und Algorithmen der C++ Standard Library benutzen,
- die Laufzeit von Programmen für gegebene Eingabegrößen abschätzen,
- gängige Lösungsmuster in einfachen Aufgaben von Programmierwettbewerben zu den Themen des Moduls erkennen, und
- effiziente Programme für einfache Aufgaben von Programmierwettbewerben zu den Themen des Moduls entwerfen und implementieren.

Literatur

- Ahmed Shamsul Arefin: Art of Programming Contest. Second Edition, Special Online Edition for UVa Online Judge Users
- Steven Halim, Felix Halim, and Suhendry Effendy: Competitive Programming 4: The Lower Bound of Programming Contest in the 2020s, Books 1+2. Lulu Press. 2020
- Nicolai Josuttis: The C++ Standard Library - A Tutorial and Reference. Addison Wesley Longman. 1999. 2nd edition
- Steven Skiena: The Algorithm Design Manual. Springer. 2008. 2nd edition.
- Steven Skiena and Miguel Revilla: Programming Challenges - The Programming Contest Training Manual. Springer Verlag. 2003.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelor-Studiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelor-Studiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Gute Programmierkenntnisse in C++, Java oder Python und Grundkenntnisse von Datenstrukturen und Algorithmen.

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- 50% aus den wöchentlichen Hausaufgaben, mindestens 4 Wertungen sind erforderlich
- 50% aus dem Abschneiden bei Live-Contests, mindestens 4 Wertungen sind erforderlich

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

apl. Prof. Dr. Rudolf Fleischer

Compilerbau (en. Compiler Construction)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	90 Stunden	60 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS) Praktische Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

In der Veranstaltung werden die Grundlagen des Compilerbaus besprochen.

- Lexikale Analyse (reguläre Ausdrücke und endliche Automaten)
- Syntaxanalyse (kontextfreie Grammatiken und deterministisches Parsing)
- Semantische Analyse
- Code-Generierung
- Benutzen von Werkzeugen zur automatischen Erzeugung von Compilern

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- Beschreiben, wie Programmiersprachen übersetzt und implementiert werden,
- Syntaxbeschreibungen einer Programmiersprache beschreiben und anpassen (insbesondere ermitteln ob die Beschreibung für eine automatisierte Bearbeitung in einem Compiler geeignet ist) und
- einen Parser, bzw. Compiler für eine neue Programmiersprache entwickeln.

Literatur

- Andrew W. Appel: Modern Compiler Implementation in Java. Cambridge University Press. 2nd Edition
- Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman: Compilers: Principles, Techniques, and Tools. Addison Wesley. 2nd Edition

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte des Moduls Programmierung

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- Erfolgreiche Bearbeitung der Pflichtübungen

- Erfolgreiche Entwicklung eines eigenen Compilers
- Bestehen der Klausur

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Michael Leuschel, Dr. John Witulski

Data Science 2 (en. Data Science 2)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes zweite Wintersemester	Bachelor-Studiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Data Science ist die Anwendung statistischer Methoden und Methoden des maschinellen Lernens auf Daten jedweder Art mit Hilfe eines Rechners zur Modellierung von Systemen und Vorhersage von Verhalten. Im Modul Data Science 2 werden die Grundlagen aus Data Science anwendungsnah vertieft, vor Allem hinsichtlich der Themengebiete:

- Große Datenmengen (Big Data)
- Datenparallelverarbeitung (Algorithmen und Softwarepakete)

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- Algorithmen für große Datenmengen und/oder Datenströme analysieren mit Bezug auf die Laufzeit- und Kommunikationskomplexität,
- insbesondere in den Themenbereichen Nachbarsuche in hochdimensionalen Daten, Locality Sensitive Hashing (LSH), Dimensionalitätsreduktion, Empfehlungssysteme, Clustering (Varianten von k-means), Linkanalyse (PageRank), Werbung im Web,
- entscheiden, für welche Art und Umfang von Daten Algorithmen ohne Parallelisierung ungeeignet sind,
- welche Techniken der Parallelverarbeitung für gegebene Probleme geeignet sind,
- insbesondere map-reduce,
- und diese implementieren bzw. vorhandene Softwarepakete geeignet einsetzen.

Literatur

- Leskovec, Rajaraman and Ullman: Mining of Massive Datasets. Cambridge University Press. 2020. 3rd Edition (mmds.org)

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelor-Studiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelor-Studiengang PO 2013 und PO 2016

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module *Data Science* oder *Machine Learning*

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den theoretischen und praktischen Übungen
- Bestehen der schriftlichen Prüfung (Klausur, i. d. R. 90 Minuten

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Dr. Konrad Völkel

Datenbanken: Weiterführende Konzepte (en. Databases: Further Concepts)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) praktische Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Aufbauend auf den Grundlagen des Datenbankentwurfs und der Anfragesprachen für relationale Datenbanksysteme werden in diesem Modul weitere Datenbankkonzepte vorgestellt. Neben den Grundlagen steht vor allem die praktische Umsetzung (Datenbankentwurf und -anwendungsprogrammierung) im Vordergrund. Die folgenden Themen werden dafür in der Vorlesung behandelt:

- Datenbankdefinition (in SQL)
- Datenbankanwendungsprogrammierung und Datenbankanbindung im Web
- Datenschutz und Datensicherheit (SQL Injection; Sichten und Rechte in Datenbanken)
- Trigger
- Implementierungsaspekte (physische Speicherung; Indexstrukturen)
- Algorithmen für Anfrageoperatoren und Anfrageoptimierung

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- selbstständig Datenbankanwendungen entwickeln (einschl. Datenbankentwurf, Datenbankdefinition und Anwendungsprogrammierung),
- grundlegende Aspekte des Datenschutzes und der Datensicherheit in der Entwicklung von Datenbankanwendungen berücksichtigen und
- zentrale Implementierungskonzepte zur Speicherung von Daten und elementare Datenstrukturen und Algorithmen zur Anfragebearbeitung erklären und bewerten.

Literatur

- G. Saake, K.-U. Sattler, A. Heuer: Datenbanken – Konzepte und Sprachen. mitp Verlag. 2018.
- G. Saake, K.-U. Sattler, A. Heuer: Datenbanken – Implementierungstechniken. mitp Verlag. 2011. 3. Auflage
- Kemper, A. Eickler: Datenbanksysteme – Eine Einführung. Oldenbourg Verlag. 2015. 10. Auflage
- R. Elmasri, S.B. Navathe: Fundamentals of Database Systems. Pearson. 2016. 7th edition
- H. Garcia-Molina, J.D. Ullman, J. Widom: Database Systems: The Complete Book. Pearson. 2009. 2nd edition

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016

- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte des Moduls „Datenbanken: Eine Einführung“

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (praktische, aufeinander aufbauende Aufgaben)
- abschließende Hausarbeit (Projekt zur Datenbankentwicklung)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Stefan Conrad

Digitale Innovation: Von der Idee zur Wirkung (en. Digital Innovation: From Idea to Impact)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Häufigkeit des Angebots**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Sommersemester	Bachelor-Studiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Dieser Kurs richtet sich an künftige GründerInnen, CTOs (Chief Technology Officers) und alle, die wissen wollen, wie man technologiebasierte Innovationen entwickelt und in Start-ups und großen Unternehmen auf den Markt bringt.

Mittels Vorlesung und praktischen Anwendungen werden die Prozesse, das Wissen und die Techniken vermittelt, die erforderlich sind, um aus einer Idee ein konkretes marktfähiges Produkt zu machen mit Anziehungskraft auf die Zielgruppe und nachhaltiger Wirkung auf Wirtschaft und Gesellschaft.

Im Rahmen von Gruppenprojekten wenden die Studierenden die Werkzeuge und Methoden an, um eigene digitale Ideen zu kreieren, zu bewerten, in ein digitales Produkt zu übersetzen und prototypisch zu erstellen.

Es werden Beispiele und Fallstudien aus verschiedenen Bereichen behandelt.

Gastvortragende aus dem regionalem und/oder nationalem Innovations-Ökosystem teilen ihre Erfahrungen.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- digitale Innovationen kreieren, entwickeln, analysieren und bewerten,
- digitale Geschäftsmodelle und ihre Komponenten modellieren, analysieren und diskutieren,
- digitale Innovation in Prototypen umsetzen und bewerten,
- Gruppenergebnisse vor Gleichaltrigen und Experten präsentieren und bewerten und
- Feedback geben.

Literatur

- Allmendinger, M.; Horstmann, M.; Horstmann, O.: Digitale Innovationen entwickeln. Die besten Ansätze und Methoden. Haufe Lexware GmbH, 2020.
- Osterwalder, A; Pigneur, Y.: Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons, 2010. 1st edition
- Tidd, J; Bessant, J. R.: Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. Wiley, 2020. 7th edition
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung präsentiert.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelor-Studiengang PO 2021

- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelor-Studiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

In der Regel

- Vortrag
- schriftliche Ausarbeitung

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Steffi Haag

Einführung in die Funktionale Programmierung (en. Introduction to Functional Programming)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

In diesem Modul werden Konzepte aus der Funktionalen Programmierung vermittelt. Dabei verwenden wir als Sprache Clojure - ein modernes Lisp, das auf der JVM läuft. Wir behandeln folgende Aspekte:

- Clojure Syntax und Programmierung
- immutable Datenstrukturen und Laziness
- das epochale Zeit-Modell
- Simplicity und die Clojure Philosophie
- Polymorphismus a la carte
- Homoikonizität und Macros.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- die Prinzipien der funktionalen Programmierung bezeichnen und klassischen, imperativen Programmiersprachen gegenüberstellen,
- bewerten, für welche Einsatzbereiche die funktionale Programmierung vorteilhaft ist,
- eigenständig funktionale Programme erstellen und testen,
- die Konzepte der unter Inhalte gelisteten Themen erklären und anwenden.

Literatur

- Moseley, Marks: Out of the tarpit. Online
- Fogus, Houser: The Joy of Clojure. Manning. 2014. 2nd edition.
- Emerick, Carper, Grand: Programming Clojure. O'Reilly. 2012. 1st edition.
- Rathore, Avila: Clojure in Action. Manning. 2016. Second 2nd.
- Higginbotham: Clojure for the Brave and True. No Starch Press. 2015. 1st edition.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module Programmierung und Programmierpraktikum 1

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- Je nach Teilnehmendenzahl:
- bevorzugt schriftliche Prüfung (Klausur, i. d. R. 90 Minuten),
- mündliche Prüfung (i. d. R. 30-45 Minuten).

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Philipp Körner, Dr. Jens Bendisposto, Prof. Dr. Michael Leuschel

Einführung in die naturwissenschaftliche Informatik (en. Introduction to Scientific Computer Science)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Das Modul beschreibt mit Hilfe ausgewählter Beispiele die Anwendung der Informatik und Statistik zur Lösung verschiedener Probleme aus Biologie, Physik und Chemie. Wesentliche Teile der zugrundeliegenden Algorithmen werden in der Programmiersprache Python implementiert:

- Schnelle Fourier-Transformation zur Reduzierung der Laufzeit im multiplen Alignment
- Pebble-Game-Algorithmus zur Steifigkeitsanalyse von Biomolekülen
- Motivsuche in DNA-Sequenzen mittels Gibbs-Sampling
- Dynamic-Programming im paarweisen Sequenzvergleich
- Gruppierungsverfahren für Sequenz- und Expressionsdaten: Neighbor-Joining, Markov-Clustering- Algorithmus, k-Means, Expectation Maximization
- Lateraler Gentransfer oder phylogenetische Artefakte? Statistischer Test der Übereinstimmung von Bäumen mit nicht-identischen Blattmengen ohne einen verlässlichen Referenzbaum
- Wurzeln phylogenetischer Bäume mit Hilfe des Mean-Ancestor-Deviation-Verfahrens
- Rekursion und das Problem der Independent-Phylogenetic-Contrasts

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- die zugrundeliegenden naturwissenschaftlichen Hintergründe und die damit verbundenen Problemstellungen der vorgestellten Methoden beschreiben,
- die zur Problemlösung dargestellten Algorithmen auf Beispieldaten anwenden,
- verschiedene mögliche Lösungswege zu einer Problemstellung kritisch miteinander vergleichen und
- die erlernten Verfahren eigenständig in der Programmiersprache Python implementieren.

Literatur

- wird im Rahmen der Vorlesung vorgestellt

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete

Teilnahmevoraussetzungen

- keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- mindestens 50 Prozent der Punkte aus den Übungsaufgaben
- Bestehen der schriftlichen Abschlussprüfung (i. d. R. 90 Minuten)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Dr. Mayo Röttger, Prof. Dr. Martin Lercher

Graphenalgorithmen 1 (en. Algorithms for Graphs 1)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse aus folgenden Bereichen.

- Suchmethoden auf Graphen
- Topologische Anordnungen
- Zusammenhangsprobleme
- Kürzeste Wege
- Minimale Spannbäume
- Netzwerkfluss-Probleme
- Matching-Probleme

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- die besprochenen Graphalgorithmen wiedergeben und erklären,
- die besprochenen Graphalgorithmen unterschiedlichen Problemstellungen zuordnen und geeignet anwenden,
- die besprochenen Graphalgorithmen auf ihre Laufzeit und Korrektheit hin analysieren und
- neue einfache Graphalgorithmen entwickeln und analysieren.

Literatur

- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein: Algorithmen – Eine Einfüh• rung. De Gruyter Oldenbourg. 2017. 4. Auflage.
- Ravindra Ahuja, Thomas Magnanti, James B. Orlin: Network Flows: Theory, Algorithms and Applicati• ons. Prentice Hall. Englewood Cliffs, 1993. 1. Ausgabe

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen und Mathematik für Informatik 1

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Mitarbeit in den Übungen
- Abgabe der Hausaufgaben
- schriftliche Klausur (i. d. R. 90 Minuten) oder mündliche Prüfung am Ende des Semesters

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Melanie Schmidt, Dr. Daniel Schmidt

Grundlagen Verteilter Systeme (en. Foundations of Distributed Systems)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Sommersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

- Architekturformen (Client/Server, P2P, Cloud, Fog, Edge)
- Sockets, Multithreading und Skalierbarkeit
- Entfernter Funktionsaufruf (gRPC)
- Zeit (Uhrensynchronisierung, logische Zeit, Kausalität)
- Gruppenkommunikation und Pub/Sub
- Replikation und Konsistenz (Grundlagen)
- Globale Zustände (asynchrone Schnappschüsse, Anwendungen)
- Fehlertoleranz (Fehlererkennung und -erholung)
- Schwache Konsistenz und Skalierbarkeit (Gnutella, Chord, Dynamo, GFS, …)
- Strenge Konsistenz und Skalierbarkeit (Transaktionen, Paxos, …)
- Sicherheit (Grundlagen)

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- Architekturen verteilter Systeme und deren Eigenschaften erklären und vergleichen,
- verschiedene Kommunikationsmechanismen vergleichen und anwenden,
- die besprochenen verteilten Algorithmen anwenden,
- Replikations-und Konsistenz-Strategien sowie deren Skalierbarkeit erklären und vergleichen,
- Fehlermodelle und Erholungsstrategien beschreiben und
- grundlegende Sicherheitsaspekte erläutern.

Literatur

- G. Coulouris et.al., „Distributed Systems: Concepts and Design“, Addison-Wesley, 5. Aufl. 2011
- A. Tanenbaum and M. van Steen: „Distributed Systems: Principles and Paradigms”, 3. Auflage, Prentice Hall, 2013.
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelor-Studiengang PO 2021
- Wahlpflicht-und Schwerpunktbereich Bachelor-Studiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhalte des Moduls Programmierung

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- Bestehen der Prüfung

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Michael Schöttner

Introduction to Logic Programming (en. Introduction to Logic Programming)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	90 Stunden	60 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS) praktische Übung (2 SWS)	jedes Wintersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Englisch Deutsch

Inhalte

In der imperativen Programmierung werden Programme durch Sequenzen von Instruktionen dargestellt. In der logischen Programmierung beschreibt man statt einer Lösung für ein Problem in Form eines Algorithmus das Problem durch Fakten und Regeln und der Computer findet selbständig eine Lösung. Das eröffnet einen völlig neuen und radikal unterschiedlichen Blickwinkel auf das Programmieren der auch bei der alltäglichen Entwicklung mit C oder Java sehr nützlich ist.

Die Vorlesung behandelt die Themen:

- Aussagenlogik, Prädikatenlogik
- Resolution
- Programmieren mit Horn Klauseln
- Praktische Grundlagen von Prolog
- Suchalgorithmen und Künstliche Intelligenz mit Prolog
- Grundzüge der Constraint-Programmierung

Es gibt Vorlesungsvideos auf Englisch. Die Vorlesung wird normalerweise auf Englisch gehalten. In Absprache mit allen anwesenden Studierenden kann die Vorlesung auch auf Deutsch gehalten werden.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- die logischen Grundlagen von Prolog anwenden können, um Berechnungen in Aussagenlogik und Prädikatenlogik durchzuführen
- die Datenstrukturen von Prolog zur Darstellung von Daten einsetzen können
- kleinere Prolog Programme, wie in den Übungsaufgaben besprochen, eigenständig entwickeln
- wichtige Suchalgorithmen vergleichen und praktisch in Prolog umsetzen und
- kleinere Aufgaben der symbolischen künstlichen Intelligenz in Prolog lösen.

Literatur

- Nilsson, Maluszynski: Logic, Programming and Prolog (2nd edition). (eBook)
- Blackburn, Bos, Striegnitz: Learn Prolog Now!. College Publications.

Die Folien sind auf Englisch und Deutsch verfügbar.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik
- Wahlbereich im Masterstudiengang Artificial Intelligence and Data Science

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Programmierkenntnisse.

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- Aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den Übungen
- Erfolgreiche Teilnahme an der Abschlussprüfung

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Michael Leuschel

Introduction to Modelling metabolic networks (en. Introduction to Modelling metabolic networks)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	unregelmäßig	Bachelorstudiengang Informatik	Englisch

Inhalte

- Introduction to the statistical programming language R
- Repetition of basic linear algebra
- Basic properties and reconstruction of stoichiometric matrices
- Topology and fundamental subspaces of the stoichiometric matrix
- Elementary flux modes
- Properties of the solution space
- Flux balance analysis
- Flux variability, flux coupling
- Modeling of gene knockouts
- Flux balance analysis with molecular crowding
- Resource balance analysis

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- summarize important constraint-based modeling techniques and apply them to metabolic networks,
- describe biological systems from possible biochemical reactions,
- formulate and solve linear optimization problems using the R programming language and
- consider metabolic modules as a system and simulate their behavior under different conditions

Literatur

- Bernhard Ø. Palsson: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks. Cambridge University Press. 2015.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module Programmierung und Mathematik für Informatik 1 (oder Lineare Algebra 1)

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben (50%)
- bestandene abschließende Prüfung (i. d. R. schriftlich)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Martin Lercher

Kombinatorische Algorithmen für Clusteringprobleme (en. Combinatorial Algorithms for Clustering Problems)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	unregelmäßig	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Die Vorlesung ist eine weiterführende Algorithmenvorlesung, die sich mit Clusteringalgorithmen beschäftigt. Wir besprechen in dieser Vorlesung vorwiegend kombinatorische Modellierungen von Clusteringproblemen und zugehörige Algorithmen. Insbesondere geht es um folgende Themen:

- Hierarchisches Clustering
- Algorithmen für das k-center Problem
- Algorithmen für das k-supplier Problem
- ähnlichkeitsbasierte Clusteringverfahren.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- kombinatorische Argumente wiedergeben und entwickeln,
- die besprochenen Clusteringalgorithmen anwenden,
- hierarchische Clusteringmethoden diskutieren und bewerten, und
- Clusteringverfahren analysieren.

Literatur

- Originalliteratur und eigenes Skript

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte des Moduls Mathematik für Informatik 1

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben

- abschließende Prüfung (schriftlich oder mündlich)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Melanie Schmidt

Kryptokomplexität 1 (en. Cryptocomplexity 1)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
10 LP	300 Stunden	90 Stunden	210 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (4 SWS) Übung (2 SWS)	unregelmäßig	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

In diesem Modul werden Kenntnisse über die Grundlagen der Kryptologie vermittelt, einige wichtige Kryptosysteme vorgestellt und ihre Sicherheit diskutiert, die häufig auf der Komplexität geeigneter Probleme beruht. Deshalb wird auch in die Grundlagen der Komplexitätstheorie eingeführt, insbesondere mit dem Ziel, Methoden zum Nachweis unterer Schranken bezüglich der Komplexitätsmaße Rechenzeit und Speicherplatz zu verstehen und anwenden zu können. Besonderer Wert wird darauf gelegt, dass die Studierenden die enge Verflechtung dieser Gebiete verstehen.

Einführung in die Kryptologie

- Einige klassische Kryptosysteme und ihre Kryptoanalyse (Substitutions- und Permutationschiffren, affin lineare Blockchiffren, Block- und Stromchiffren)
- Perfekte Geheimhaltung (Satz von Shannon und Vernams One-Time Pad, Entropie und Schlüsselmehrdeutigkeit)
- RSA, Primzahltests und das Faktorisierungsproblem (das Public-Key Kryptosystem RSA, digitale Signaturen mit RSA, Sicherheit von RSA)

Einführung in die Komplexitätstheorie

- Grundlagen (Komplexitätsmaße und -klassen, Kompression und Beschleunigung, Hierarchiesätze)
- Zwischen L und PSPACE (einfache Inklusionen, komplexitätsbeschränkte Many-one-Reduktionen, vollständige Probleme in NL, NP-vollständige Probleme)

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- symmetrische Kryptosysteme hinsichtlich ihrer Eigenschaften klassifizieren,
- die Sicherheit von Blockchiffren und anderen klassischen Kryposystemen bewerten,
- begründen, weshalb bestimmte Kryptosysteme welche Eigenschaften besitzen,
- die Idee der Public-Key-Kryptographie erläutern,
- die grundlegenden Ziele und Definitionen der Komplexitätstheorie erläutern,
- die Komplexität von natürlichen Problemen beschreiben und begründen und
- selbstständig Reduktionen zwischen Problemen zum Nachweis unterer Schranken entwerfen und ihre Korrektheit nachweisen.

Literatur

- Jörg Rothe: Komplexitätstheorie und Kryptologie. Eine Einführung in Kryptokomplexität. eXamen.Press. Springer-Verlag, Heidelberg, 2008. 1. Auflage.
- Jörg Rothe: Complexity Theory and Cryptology. An Introduction to Crypto-complexity. EATCS Texts in Theoretical Computer Science, Springer-Verlag. Heidelberg, 2005. 1. Auflage.
- Ergänzende Empfehlungen werden in der Lehrveranstaltung genannt.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den Übungen
- schriftliche Prüfung (Klausur, i. d. R. 90 Minuten)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Jörg Roth

Präferenzaggregation durch Wählen: Algorithmik und Komplexität (en. Preference Aggregation by Voting: Algorithmics and Complexity)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
10 LP	300 Stunden	90 Stunden	210 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (4 SWS) Übung (2 SWS)	unregelmäßig	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

In diesem Modul werden die wichtigsten Grundlagen, Modelle, Methoden und Resultate aus dem jungen, sich rasant entwickelnden, interdisziplinären Gebiet *Computational Social Choice* vermittelt, das Anwendungen in den Gebieten *Artificial Intelligence* und *Multiagent Systems* hat. Insbesondere werden Eigenschaften von Wahlsystemen behandelt sowie die damit im Zusammenhang stehenden Entscheidungsprobleme (Gewinnerbestimmung, Manipulation, Wahlkontrolle, Bestechung usw.) hinsichtlich ihrer Algorithmik und Komplexität untersucht.

Grundlagen der Social-Choice-Theorie

- Wahlen
- Wahlsysteme (Scoring-Protokolle wie Plurality, Veto und Borda; Condorcet; Copeland; Maximin; Dodgson; Young; Bucklin; Fallback; etc.)
- Eigenschaften von Wahlsystemen
- Einige Wahl-Paradoxa und Unmöglichkeitssätze

Algorithmik und Komplexität von Wahlproblemen

- Gewinnerbestimmung
- Mögliche und notwendige Gewinner
- Manipulation
- Wahlkontrolle
- Bestechung

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- die gebräuchlichsten Wahlsysteme (Scoring-Protokolle wie Plurality, Veto und Borda; Condorcet; Copeland; Maximin; Dodgson; Young; Bucklin; Fallback; etc.) und ihre Eigenschaften beschreiben,
- diskutieren, wie sinnvoll welche axiomatischen Eigenschaften von Wahlsystemen sind,
- die Gewinner der gebräuchlichsten Wahlsysteme für gegebene Präferenzprofile bestimmen,
- Beispiele für erfolgreiche Manipulations-, Kontroll- und Bestechungsaktionen für die gebräuchlichsten Wahlsysteme angeben und die zugehörigen Entscheidungsprobleme beschreiben,
- argumentieren, weshalb welche dieser Probleme entweder durch effiziente Algorithmen gelöst werden können oder schwer zu lösen sind.

Literatur

- Jörg Rothe (ed.): Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division. Springer Texts in Business and Economics, Springer-Verlag. Heidelberg, 2015. 1. Auflage.
- Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner und Irene Rothe: Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen. Spektrum Akademischer Verlag (Springer). Heidelberg, 2011. 1. Auflage.
- Ergänzende Empfehlungen werden in der Lehrveranstaltung genannt.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den Übungen
- schriftliche Prüfung (Klausur, i. d. R. 90 Minuten)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Jörg Rothe

Randomisierte Algorithmen und Analysetechniken (en. Randomized Algorithms und Analysis)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
10 LP	300 Stunden	90 Stunden	210 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (4 SWS) Übung (2 SWS)	unregelmäßig	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Die Veranstaltung ist eine weiterführende Algorithmenvorlesung, die sich mit Randomisierung als Entwurfs- und Analysemethode beschäftigt. Ziel ist es, durch zufällige Entscheidungen effiziente Algorithmen zu erhalten, die deutlich schneller als deterministische Varianten arbeiten und dabei mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit genaue Ergebnisse ausgeben.

- randomisierte Algorithmenmodelle (Las-Vegas- und Monte-Carlo-Algorithmen)
- Laufzeit und Genauigkeitsanalyse
- randomisierte Approximationsalgorithmen (z. B. für SAT- und Graphprobleme)
- Methoden zur Wahrscheinlichkeitsverstärkung
- randomisierte Entwurfsmethoden (z. B. probabilistische Methode, Fingerabdrücke, Hashing)
- Randomisierung in der Datenanalyse

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- Begriffe und grundlegende Methoden der Randomisierung in der Algorithmik beschreiben,
- Algorithmen unterschiedlichen Entwurfsparadigmen zuordnen und exemplarisch anwenden,
- Eigenschaften wie Laufzeiten und Genauigkeiten randomisierter Algorithmen analysieren und dadurch bewerten und vergleichen und
- erste randomisierte Algorithmen nach geeigneten Entwurfsmustern entwickeln.

Literatur

- Juraj Hromkovi: Randomisierte Algorithmen: Methoden zum Entwurf von zufallsgesteuerten Systemen für Einsteiger. Teubner-Verlag. Wiesbaden, 2004. 1. Ausgabe
- Michael Mitzenmacher and Eli Upfal: Probability and Computing. Cambridge University Press. Cambridge, 2017. 2nd Edition.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte der Module Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik und Mathematik für Informatik 3

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
- abschließende Prüfung (schriftlich oder mündlich)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Melanie Schmidt, Dr. Anja Rey

Statistische Datenanalyse (en. Statistical Data Analysis)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
5 LP	150 Stunden	60 Stunden	90 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Turnus**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Sommersemester	Bachelorstudiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Das Modul baut auf einem Kurs und dem zugehörigen Buch von Prof. Gianluca Bon-tempi an der Université Libre de Bruxelles zu den statistischen Grundlagen des maschinellen Lernens auf. Inhalte sind im Einzelnen:

- Die Programmiersprache R für Statistical Computing
- Beschreibende Statistik
- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Klassische parametrische Schätzung und Tests
- Nicht-parametrische Schätzung und Tests
- Statistisches Lernen
- Lineare Ansätze
- Nicht-lineare Ansätze
- Dimensionalitätsreduktion

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- grundlegende Konzepte der statistischen Datenanalyse zusammenfassen (z. B. Wahrscheinlichkeitsverteilungen, parametrische und nichtparametrische Hypothesentests, Parameterschätzer, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Permutationstests),
- parametrische und nicht-parametrische Tests für statistische Hypothesen entwickeln,
- statistische Modelle mit mehrdimensionalen Prädiktoren zu formulieren,
- statistische Datenanalysen mit R planen und durchführen und
- aussagekräftige grafische Darstellungen von Daten mit ggplot2 erstellen.

Literatur

- Gianluca Bontempi. Handbook statistical foundations of machine learning. Self-published, Brüssel, 2021. 2nd edition.

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelorstudiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelorstudiengang PO 2013 und PO 2016
- Anwendungsfach im Bachelorstudiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Physik
- Nebenfach im Bachelorstudiengang Medizinische Physik

Teilnahmevoraussetzungen

- keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben (50%)
- abschließende Prüfung (i. d. R. schriftlich)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Martin Lercher

Von der Schaltung zur Software (en. From Circuits to Software)

Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Kontaktzeit	Selbststudium
10 LP	300 Stunden	90 Stunden	210 Stunden
Lehrveranstaltungen	**Häufigkeit des Angebots**	**Studiengang**	**Unterrichtssprache**
Vorlesung (4 SWS) Übung (2 SWS)	jedes Sommersemester	Bachelor-Studiengang Informatik	Deutsch

Inhalte

Diese Veranstaltung bietet eine Reise durch verschiedene Gebiete der Informatik, um dabei ein Gesamtbild über die prinzipielle Funktionsweise von Computern vermitteln. Ausgehend von dem NAND-Gatter werden alle wichtigen Hardware-Komponenten eines Computers in einer Simulation nachgebaut, ALU, CPU, RAM, etc. Für die im Rahmen der Vorlesung entwickelte CPU und die dazugehörige Maschinensprache werden schrittweise eine Assemblersprache, eine virtuelle Maschine und eine Programmiersprache sowie der dazugehörige Compiler entwickelt. Mit all diesen Werkzeugen werden schließlich ein einfaches Betriebssystem und Anwendungsprogramme entwickelt.

Die Vorlesung wird begleitet von Übungen. Die eigenständige praktische Anwendung des Gelernten soll im Fokus der Veranstaltung liegen. Die Studierenden entwickeln in den Übungen die diversen in der Vorlesung vorgestellten Komponenten moderner Computer.

Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden:

- die Grundprinzipien aller besprochenen Ebenen erläutern und bewerten und
- eigenständig neue Funktionalitäten auf diesen Ebenen entwickeln.

Literatur

- Noam Nisan, Shimon Schocken: The Elements of Computing Systems: Building a Modern Computer from First Principles. MIT Press. Cambridge, 2008. 1st Edition

Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlbereich Bachelor-Studiengang PO 2021
- Wahlpflicht- und Schwerpunktbereich Bachelor-Studiengang PO 2013 und PO 2016

Teilnahmevoraussetzungen

- Inhaltlich: Inhalte des Moduls *Programmierung*

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben

- abschließende Prüfung (i. d. R. schriftlich)

Modulbeauftragte und hauptamtlich Lehrende

Dr. John Witulski

Anhang D – Auszug aus dem Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Mathematik (Wahlpflichtmodule im Schwerpunkt Mathematik)

Modulbezeichnung	Einführung in die Algebraische Geometrie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Schröer
Dozenten	Schröer
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 10 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Lineare Algebra 1-2, Analysis 1-2, Algebra
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden meistern die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der algebraischen Geometrie. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Primideale, maximale Ideale, das Spektrum eines Ringes, Zariski- Topologie, algebraische Mengen, Nilradikal, Hilberts Nullstellensatz, die affinen und die projektiven Räume, homogene Koordinaten, Zusammenhangskomponenten und irreduzible Komponenten, algebraische Varietäten, Funktionenkörper, Krull-Dimension, ebene Kurven, komplexe Kurven
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	W. Fulton: Algebraic curves D. Patil, U. Storch: Introduction to algebraic geometry

Modulbezeichnung	Einführung in die Angewandte Statistik
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Schwender
Dozenten	Schwender
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 4 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung: 4 SWS, Übung: 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Stochastik. Ferner sind Grundkenntnisse in der Statistik-Software R wünschenswert, wie sie z.B. in der Computergestützte Mathematik zur Statistik vermittelt werden.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildung und die Grundtatsachen der angewandten Statistik. Sie sind in der Lage, dazu Übungsaufgaben zu lösen und diese Lösungen in Übungsgruppen zu präsentieren sowie kritisch zu diskutieren. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.
Inhalt	Multivariate Normalverteilung, Eigenschaften und Verteilungen quadratischer Formen, parametrische und nichtparametrische Tests, praktische Anwendung von Tests, lineare Regression, Überprüfung der Annahmen im linearen Regressionsmodell, Testen von Parametern im linearen Modell.
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche Prüfung
Medienformen	Beamer oder Tafel
Literatur	A.C. Rencher, G.B. Schaalje: Linear Models in Statistics R. Hafner: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik

Modulbezeichnung	Einführung in die Differentialgeometrie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Köhler
Dozenten	Köhler
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 10 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-3, Lineare Algebra 1-2
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Differentialgeometrie. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Anfangsgründe der Differentialgeometrie: Kurven und Flächen, Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Lie-Gruppen, Zusammenhänge und Krümmung, Räume mit konstanter Krümmung
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	K. Köhler: Differentialgeometrie und homogene Räume W. Klingenberg: Eine Vorlesung über Differentialgeometrie

Modulbezeichnung	Einführung in die Funktionalanalysis
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Saal
Dozenten	Braun, Saal, N.N.
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 4 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-3, Lineare Algebra 1-2,
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Funktionalanalysis. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Anfangsgründe der Funktionalanalysis: Metrische Räume, Satz von Hahn-Banach, Bairescher Kategoriensatz und Folgerungen, Hilbert-Räume, Banach-Räume, kompakte und normale Operatoren, Banach-Algebren, Spektraltheorie.
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
edienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	D. Werner: Funktionalanalysis H. Alt: Lineare Funktionalanalysis

Modulbezeichnung	Einführung in die Gruppentheorie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Klopsch
Dozenten	Klopsch
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 10 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Lineare Algebra 1-2, Algebra
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Gruppentheorie. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Anfangsgründe der Gruppentheorie: Kompositionsreihen; freie Gruppen und Gruppenpräsentationen; abelsche, nilpotente und auflösbare Gruppen; endliche Permutationsgruppen; lineare Darstellungen von Gruppen; Erweiterungstheorie und Kohomologie
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	H. Kurzweil, B. Stellmacher: Theorie der endlichen Gruppen: Eine Einführung D. Robinson: A course in the theory of groups

Modulbezeichnung	Einführung in die Modelltheorie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Halupczok
Dozenten	Halupczok
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 10 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Lineare Algebra 1-2, Algebra
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden meistern die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Modelltheorie. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Sprachen, Strukturen, Theorien, Modelle, Kardinal- und Ordinalzahlen, elementare Erweiterungen, elementare Abbildungen, der Kompaktheitssatz, der Satz von Löwenheim-Skolem, Typen, saturierte und homogene Modelle, Quantorenelimination, Imaginäre und Imaginärenelimination, Beispiele aus der Algebra (Gruppen, Körper)
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	D. Marker: Model Theory - an Introduction K. Tent, M. Ziegler: A Course in Model Theory W. Hodges: Model Theory

Modulbezeichnung	Einführung in die Optimierung
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Jarre
Dozenten	Jarre
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 4 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-2, Lineare Algebra 1-2, Numerik 1
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Optimierung. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Anfangsgründe der Optimierung: Lineare Programme, Simplexmethode, Sensitivität, innere-Punkte-Verfahren, nichtrestringierte Minimierung
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	K. Borgwardt: Optimierung, Operations Research und Spieltheorie F. Jarre, J. Stoer: Optimierung

Modulbezeichnung	Einführung in die Partiellen Differentialgleichungen
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Saal
Dozenten	Braun, Saal, N.N.
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 5 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-2, Lineare Algebra 1-2
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Anfangsgründe der partiellen Differentialgleichungen: elementare elliptische, parabolische, und hyperbolische Differentialgleichungen, Sobolev-Räume, Randwertprobleme
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	L. Evans: Partial differential equations J. Jost: Partielle Differentialgleichungen

Modulbezeichnung	Einführung in die Topologie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Zibrowius
Dozenten	Schröer, Zibrowius
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 5 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-2, Lineare Algebra 1-2
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Topologie. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Anfangsgründe der Topologie: Begriff des topologischen Raums, Zusammenhang, Kompaktheit, Klassifikation der geschlossenen 2- Mannigfaltigkeiten, Wege, Homotopie, Schleifen, Fundamentalgruppe, Gruppen mit Erzeugern und Relationen, Überlagerungen, Fundamentalgruppe, Satz von Seifert-van Kampen, Fundamentalgruppen der 2-Mannigfaltigkeiten, Überlagerungen, Hauptsatz der Überlagerungstheorie
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	K. Jänich: Topologie J. Munkres: Topology: a first course

Modulbezeichnung	Einführung in die Zahlentheorie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Klopsch
Dozenten	Klopsch
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 10 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-2, Lineare Algebra 1-2, Algebra
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Zahlentheorie. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Anfangsgründe der Zahlentheorie: zahlentheoretische Funktionen, Kongruenzen, quadratisches Reziprozitätsgesetz, quadratische Formen, quadratische Zahlkörper, Diophantische Gleichungen, Primzahlverteilung, Riemannsche Zetafunktion
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	P. Bundschuh: Einführung in die Zahlentheorie A. Schmidt: Einführung in die algebraische Zahlentheorie

Modulbezeichnung	Finanz- und Versicherungsmathematik
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Kern
Dozenten	Kern
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	Jedes Sommersemester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Stochastik, Analysis 1-2, Lineare Algebra 1
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden bewältigen die Begriffsbildungen und grundlegenden stochastischen Modelle der Finanz- und Versicherungsmathematik. 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.
Inhalt	**Finanzmathematik**: Diskrete stochastische Finanzmarktmodelle, Hedging-Strategien, Optionspreismodelle, Bewertung von Optionen, Risikomaße **Lebensversicherungsmathematik**: Spar- und Tilgungspläne, Rentenmodelle, stochastische Modelle für Lebensdauer und Sterblichkeit, Kapitalversicherungen und Leibrenten, Prämien- kalkulationsprinzipien, Deckungskapital **Sachversicherungsmathematik**: Individuelles und kollektives Modell, stochastische Modelle für die Schadenanzahl, Gesamtschaden- und Risikoprozess, Ruinwahrscheinlichkeit, Spät- schädenreservierung, Rückversicherung
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	A. Irle: Finanzmathematik K.D. Schmidt: Versicherungsmathematik

Modulbezeichnung	Numerik 2
Fachsemester	4-6
Modulverantwortlicher	Helzel
Dozenten	Helzel, Jarre, Schädle
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	SS
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-2, Lineare Algebra 1, Computergestützte Mathematik zur linearen Algebra, Numerik 1
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der numerischen Mathematik. 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 können abstrakte Algorithmen zu einem konkreten Programm umsetzen. Sie verfügen über Methoden der systematischen und effizienten Wissensaneignung.
Inhalt	Diskretisierung von Randwertproblemen; iterative Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme; schnelle Fourier-Transformation; Eigenwertprobleme
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer, Programmierübungen in Kleingruppen am Rechner
Literatur	P. Deuflhard, A. Hohmann, Numerische Mathematik 1 J. Stoer, R. Bulirsch, Numerische Mathematik 2

Modulbezeichnung	Wahrscheinlichkeitstheorie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Bücher
Dozenten	Bücher, Kern
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 2 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Analysis 1-3, Lineare Algebra 1-2, Stochastik (Analysis 3 kann parallel gehört werden)
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen die Begriffsbildungen und Grundtatsachen der Wahrscheinlichkeitstheorie. Sie sind in der Lage, dazu 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.
Inhalt	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Maß- und Integrationstheorie, Produktmaße und Unabhängigkeit, Konvergenz von Zufallsvariablen, starkes Gesetz der großen Zahlen, Fourier- Transformation, zentraler Grenzwertsatz von Lindeberg-Feller, bedingte Erwartung, Martingale, Stoppzeiten
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	A. Bauer: Wahrscheinlichkeitstheorie A. Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie

Modulbezeichnung	Ausgewählte Kapitel der Algebra/Geometrie
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Schröer
Dozenten	Klopsch, Köhler, Schröer, Zibrowius, Halupczok
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 2 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS oder Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium oder 150 h = 45 h Präsenzstudium + 105 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9 oder 5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Die Lehrveranstaltung baut in der Regel auf eine vorangegangene einführende Vorlesung des Dozenten auf.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen ein weiterführendes Themengebiet der Algebra/Geometrie
Inhalt	Themenbeispiele: (a) Analytische Zahlentheorie (f) o-minimale Geometrie (b) Elliptische Kurven (g) p-adische Zahlen (c) Geometrische Gruppentheorie (d) Kommutative Algebra (e) Lie-Algebren und Lie-Gruppen (f) o-minimale Geometrie (g) p-adische Zahlen
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	(a) T. Apostol: Introduction to analytic number theory E. Freitag, R. Busam: Funktionentheorie 1 (b) D. Husemoeller: Elliptic curves J. Silverman, J. Tate: Rational points on elliptic curves (c) P. de la Harpe: Topics in geometric group theory J. Meier: Groups, Graphs and Trees: An Introduction to the Geometry of Infinite Groups (d) Matsumura: Commutative algebra D. Eisenbud: Commutative algebra (e) N. Bourbaki: Lie groups and Lie algebras, Chapter 1 T. Bröcker, T. Dieck: Representations of compact Lie groups (f) van den Dries: Tame topology and o-minimal structures (g) N. Koblitz: p-adic Numbers, p-adic Analysis and Zeta- Functions A. Robert: A course in p-adic analysis

Modulbezeichnung	Ausgewählte Kapitel der Analysis
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Saal
Dozenten	Braun, Saal, N.N.
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 3 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS oder Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium oder 150 h = 45 h Präsenzstudium + 105 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9 oder 5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Die Lehrveranstaltung baut in der Regel auf eine vorangegangene einführende Vorlesung des Dozenten auf.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen ein weiterführendes Themengebiet der Analysis
Inhalt	Themenbeispiele: (a) Harmonische Analysis (b) Anwendungen der partiellen Differentialgleichungen (c) Evolutionsgleichungen
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	(a) L. Grafakos: Classical Fourier Analysis (b) A. Friedman, W. Littman: Industrial mathematics (c) M. Reed, B. Simon: Methods of Modern Mathematical Physics

Modulbezeichnung	Ausgewählte Kapitel der Numerik/Optimierung
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Schädle
Dozenten	Helzel, Jarre, Schädle
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 3 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS oder Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium oder 150 h = 45 h Präsenzstudium + 105 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9 oder 5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Die Lehrveranstaltung baut in der Regel auf eine vorangegangene einführende Vorlesung des Dozenten auf.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen ein weiterführendes Themengebiet der Numerik/Optimierung.
Inhalt	Themenbeispiele: (a) Spektralmethoden (b) Mathematisches Modellieren (c) Numerische Lineare Algebra (d) Direkte Suchverfahren
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	Themenbeispiele: (a) L. Trefethen: Spectral methods in Matlab (b) C. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung (c) O. Axelsson: Iterative solution methods (d) J. Denis: Direct search methods on parallel machines

Modulbezeichnung	Ausgewählte Kapitel der Stochastik
Fachsemester	5-6
Modulverantwortlicher	Kern
Dozenten	Bücher, Kern, Schwender
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Wahlpflichtbereich
Turnus	ca. alle 2 Semester
Lehrform/SWS	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS oder Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS
Arbeitsaufwand	270 h = 90 h Präsenzstudium + 180 h Eigenstudium oder 150 h = 45 h Präsenzstudium + 105 h Eigenstudium
Leistungspunkte	9 oder 5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnungen	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Die Lehrveranstaltung baut in der Regel auf eine vorangegangene einführende Vorlesung des Dozenten auf.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen ein weiterführendes Themengebiet der Stochastik.
Inhalt	Themenbeispiele: (a) Finanz- und Versicherungsmathematik (b) Extremwerttheorie (c) Markov-Ketten (d) Lineare Modelle
Prüfungsvorleistungen	erfolgreiche Teilnahme an den Übungsgruppen
Prüfungsleistungen	schriftliche oder mündliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Beamer
Literatur	(a) K. Schmidt: Versicherungsmathematik (b) L. De Haan, A. Ferreira: Extreme Value Theory (c) J. Norris: Markov Chains (d) L. Fahrmeir, T. Kneib, S. Lang: Regression (e) N. Bäuerle, U. Rieder: Finanzmathematik in diskreter Zeit