

Modulhandbuch Master *naturwissenschaftliche Informatik*

Institut für Informatik

March 20, 2014

1 Angleichungsmodule

Modul: Angleichung I (Informatik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		450	15 LP	2	1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Datenstrukturen und effiziente Algorithmen - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	6 LP 3 LP
Programmiersprachen - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	WP	Klausur (120min)	3 LP 3 LP
Informationssysteme I - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	WP	Klausur (120min)	3 LP 3 LP
Softwareengineering - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	WP	Klausur (120min)	3 LP 3 LP
Qualifikationsziele					
Datenstrukturen und effiziente Algorithmen: Der Modul vermittelt die wichtigen Basisalgorithmen der Informatik. Das Grundwissen über effiziente Algorithmen und Datenstrukturen fördert die Problemlösungsfähigkeiten der Studierenden. Sie sollen in der Lage sein, einfache Probleme von der Auswahl der Verfahren bis zur effizienten Implementierung zu lösen.					
Programmiersprachen: Kennenlernen der logischen und funktionalen Programmierparadigmen; Vertiefung des Zeiger- und Adresskonzepts in der Programmiersprache C					
Informationssysteme I: Datenbanktechnologie ist eine Schlüsseltechnologie der praktischen und angewandten Informatik. Nach Absolvieren des Moduls beherrschen die Studierenden auch die semantisch korrekte Modellierung eines Sachverhalts als Voraussetzung für den Datenbankentwurf. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Erlernen der Datenbanksprache SQL. Hierdurch sollen die Studierenden befähigt werden, die erworbenen Kenntnisse praktisch umzusetzen.					
Software-Engineering:					

Software-Engineering ist die Teildisziplin der Informatik, welche sich mit der Entwicklung und Anwendung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen zur Erstellung, zum Betrieb und zur Wartung von großen Softwaresystemen befasst. Ziel der Veranstaltung ist es, entlang der zentralen Tätigkeiten zur Entwicklung von Softwaresystemen einen Überblick über diese Prinzipien, Methoden und Werkzeuge zu geben. Diese Veranstaltung soll die Teilnehmer in die Lage versetzen, die Vorgehensweisen und Hilfsmittel der Softwaretechnik in den verschiedenen Phasen der Software-Entwicklung und -Wartung einschätzen und anwenden zu können.

Inhalte

Datenstrukturen und effiziente Algorithmen:

- grundlegende Datenstrukturen und Algorithmen: Sortieren, Suchbäume, Prioritätswarteschlangen, Skiplisten, Hashing, Union-Find
- Graphalgorithmen: Zusammenhangskomponenten, Wegesuche, Spannbäume, Matching, Flüsse
- Paradigmen des Algorithmenentwurfs: Divide & Conquer, dynamisches Programmieren, randomisierte Algorithmen, Greedy Strategien - Analysetechniken: Analyse randomisierter Algorithmen, amortisierte Analyse

Programmiersprachen:

Die Programmiersprachen Prolog, Scheme und C

Informationssysteme I:

- Aufbau u. wesentliche Merkmale von Datenbankmanagementsystemen
- Speichermodelle
- DB-Modellierung nach dem Entity-Relationship-Modell u. UML-Modell
- Relationale Algebra als Grundlage des Relationalen Modells
- Relationenmodell u. Normalisierung des Datenmodells
- SQL – als Datendefinitions-, Datenmanipulations- und Datenbankabfragesprache
- Transaktionskonzept - Datenschutz u. Datensicherheit

Software-Engineering:

- Einführung
- Software-Entwicklungsprozess
- Modellierung
- Anforderung erheben
- dynamische Modellierungsmittel
- Softwaresystem entwerfen
- Softwaresystem implementieren
- Qualität sichern
- Projekt planen
- Softwaresystem weiterentwickeln

Gruppengröße

Vorlesung: unbeschränkt

Übung: 15

Verwendbarkeit

Modul Angleichung für Studierende ohne Bachelor in Informatik

Vorlesung auch im B.Sc. Informatik, B.Ed. Informatik, M.Sc. Ang. Bioinformatik

Prüfungsformen und Leistungen

Keine Modulabschlussprüfung

Turnus der Veranstaltungen

Das Modul wird jährlich angeboten

Modulverantwortliche

Prof. Dr. Ernst Althaus

Sonstige Informationen

Literatur:

- Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Algorithmen - Eine Einführung

Modul: Angleichung II (Informatik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	2	1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Berechenbarkeit und Komplexität			P		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Formale Sprachen u. Automaten- theorie			P		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Qualifikationsziele					
Die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> - verfügen über ein Verständnis für die Grundlagenfragen der Informatik; - kennen Automaten und formale Sprachen sowie deren Zusammenhänge; - kennen Verfahren zur Beurteilung der Berechenbarkeit und Entscheidbarkeit; - kennen Komplexitätsmaße und Methoden zur Bewältigung von Komplexität; - können mathematische Methoden zur Klärung von Grundlagenfragen der Informatik anwenden. 					
Inhalte					
Berechenbarkeitstheorie					
<ul style="list-style-type: none"> - Turing-Maschinen - Unentscheidbarkeit - Reduktion 					
Komplexitätstheorie					
<ul style="list-style-type: none"> - Aufwandsabschätzung - Klassen P und NP - NP-Vollständigkeit - Korrektheit von Programmen 					
Formale Sprachen und Automatentheorie:					
<ul style="list-style-type: none"> - Formale Sprachen und Grammatiken - endliche Automaten und Kellerautomaten - Logikkalküle - Chomsky-Hierarchie 					
Gruppengröße					
Vorlesung: unbeschränkt					
Übung: 15					
Verwendbarkeit					
Modul Angleichung für Studierende ohne Bachelor in Informatik					
B.Sc. Informatik, B.Ed. Informatik					
Prüfungsformen und Leistungen					
keine Modulabschlussprüfung, Studienleistung ist eine Klausur (120min) über beide Teile					
Turnus der Veranstaltungen					
Das Modul wird jährlich angeboten					

Modulverantwortliche Prof. Dr. Ernst Althaus
Sonstige Informationen Literatur: - Hopcroft, Motwani, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie - Asteroth, Baier: Theoretische Informatik

Modul: Angleichung I (Biologie)					
		Aufwand 360	Kreditpunkte 12 LP	Dauer 2	Regelsemester 1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Mikrobiologie - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	P	Klausur (60min)	3 LP 3 LP
Einführung in die Bioinformatik - Vorlesung - Übung	 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	 69 h 69 h	P	Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)	 3 LP 3 LP
Qualifikationsziele Mikrobiologie: Die Studierenden können eine sichere und strukturierte Kenntnis der behandelten Inhalte der Mikrobiologie durch Lösen einschlägiger Aufgaben demonstrieren; die wichtigsten Fachbegriffe definieren; sie in den richtigen Kontext stellen; die besonderen Merkmale der Bakterien auflisten; den Aufbau einer Bakterienzelle, die Funktion der bakteriellen Zellbestandteile und die Stoffwechselleistungen der Bakterien beschreiben. Sie können unter Anleitung mikrobiologische Experimente durchzuführen; deren Ergebnisse korrekt darstellen; sie interpretieren; die wichtigsten Sicherheitsbestimmungen in biotechnischen Labors nennen; die Bedeutung der Bakterien in der Natur und für den Menschen bewerten. Einführung in die Bioinformatik: Die Studierenden lernen die grundlegenden Methoden und Algorithmen der sequenzbasierten Bioinformatik, sowie einige statistische Bioinformatische Methoden kennen.					
Inhalte Mikrobiologie: - Aufbau einer Bakterienzelle; mikroskopische Methoden - Identifizierung und Kulturtechniken von Bakterien - Nachweis von Mutationen; Stoffwechselphysiologie von Bakterien - Regulation bei Bakterien; Aufbau und Eigenschaften von Bakteriophagen Einführung in die Bioinformatik: Grundlagen der Genetik, Sequenzierungsalgorithmen, Ähnlichkeit biologischer Sequenzen, Stringalignments, next generation sequencing Technologie, statistische Analyse biologischer Resultate, Einführung in die Micro-Array Analyse					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15					
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Biologie Vorlesung Mikrobiologie: B.Sc. Biologie und Molekulare Biologie					

Vorlesung Einführung in die Bioinformatik: M.Sc. Angewandte Bioinformatik
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jährlich angeboten
Modulverantwortliche Prof. Dr. Andreas Hildebrandt
Sonstige Informationen Literatur: - Pavel Pevzner: Computational Molecular Biology: An Algorithmic Approach - Dan Gusfield: Algorithms on Strings - Pierre Baldi und Soren Brunak: Bioinformatics

Modul: Angleichung II (Biologie)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		450	15 LP	2	1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Molekulare Biologie I: Kristallstrukturaufklärung von Proteinen	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Molekulare Biologie I: Analyse von Eukaryoten-Genen	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Molekulare Biologie: Molekulare Zoologie	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Molekulare Biologie I: Molekulargenetik der Eukaryoten	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Biologie der Organismen: Phylogenie und Evolution der Pflanzen	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Biologie der Organismen: Populationsökologie	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Biologie der Organismen: Motorisches Lernen in Mensch und Modellorganismen	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Biologie der Organismen: Evolution und Diversität nicht-humaner Primaten und des Menschen	10 SWS/105 h	345 h	WP	Protokoll oder Klausur (60min)	15 LP
Qualifikationsziele					
Die Studierenden können in einem wichtigen Teilgebiet der Biologie ein vertieftes Wissen durch Lösen komplexer Aufgaben demonstrieren. Sie können Grundkenntnisse in Planung und Design naturwissenschaftlicher Versuche demonstrieren. Sie sind in der Lage, unter Anleitung anspruchsvolle biochemische und molekularbiologische Versuche durchzuführen; die Ergebnisse in strukturelle, funktionale und stammesgeschichtliche Zusammenhänge zu bringen; die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einzuschätzen; die Ergebnisse protokollieren und interpretieren. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse schriftlich zusammenzufassen und in einem Vortrag zu präsentieren. Sie sind außerdem befähigt, wissenschaftliche Daten aus Datenbanken zu extrahieren. Bei der Arbeit in Kleingruppen können sie Teamfähigkeit demonstrieren.					

Inhalte Vertiefte theoretische wie experimentelle Bearbeitung eines ausgewählten Themenbereichs innerhalb der Biologie. Die Arbeitsgruppen des Fachbereichs bieten wechselnde Themen an, die sich auch an aktuellen Forschungsthemen orientieren.
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Biologie B.Sc. Biologie und Molekulare Biologie
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle jährlich angeboten
Modulverantwortliche Lehrende der Biologie (je nach Veranstaltung, siehe Modulhandbuch B.Sc. Biologie)
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Biologie

Modul: Angleichung I (Mathematik)					
	Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester	
	270	9 LP	2	1-2	
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Analysis II - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	9 LP
Qualifikationsziele Verständnis und sicherer Umgang mit Abbildungen von R^n nach R^m sowie mit topologischen und geometrischen Grundbegriffen von Teilmengen des R^n ; Verständnis von mehrdimensionaler Differenzierbarkeit; Fähigkeit zum Lösen mehrdimensionaler Extremalwertaufgaben; Grundkenntnisse über gewöhnliche Differentialgleichungen und über das Lösen von zugehörigen Anfangswertproblemen.					
Inhalte - Elementare topologische Begriffe des R^n und metrischer Räume; - Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen im R^n ; - Taylorformel, Extremwertaufgaben, Lagrangemultiplikatoren; - implizite Funktionen, Flächendarstellungen; - Mehrfachintegrale in einfachen Spezialfällen; - Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichungen - Überführen von Gleichungen höherer Ordnung in Systeme erster Ordnung; - Elementare Lösungsmethoden; - Existenz- und Eindeutigkeitssätze für Anfangswertprobleme; - Lineare Differentialgleichungen und -systeme.					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt					

Übung: 15
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Mathematik B.Sc. Mathematik, B.Ed. Mathematik
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jedes Semester angeboten
Modulverantwortliche Studiengangsbeauftragter der Mathematik
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Mathematik

Modul: Angleichung II (Mathematik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		270	9 LP	1	1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Grundlagen der Numerik - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	6 LP 3 LP
Qualifikationsziele Grundverständnis zentraler Problemstellungen und Lösungstechniken der Numerischen Mathematik. Dies beinhaltet die Fähigkeit, die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens zu beurteilen. Weitergehende Erfahrungen mit der Entwicklung und Analyse numerischer Algorithmen zur Behandlung diskreter Gleichungssysteme und der Approximation von Funktionen.					
Inhalte Behandelt werden vorwiegend numerische Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme, sowie Verfahren zur Integration und zur Interpolation bzw. Approximation vorgegebener Funktionen. Im Praktikum werden die Inhalte der Vorlesung mit der Programmierumgebung MATLAB eingeübt.					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15					
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Mathematik B.Sc. Mathematik, B.Ed. Mathematik					
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung					
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle jährlich angeboten					
Modulverantwortliche Studiengangsbeauftragter der Mathematik					
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Mathematik					

Modul: Angleichung III (Mathematik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		270	9 CP	1	1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Einführung in die Stochastik - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	6 LP 3 LP
Qualifikationsziele Theoretische und praktische Kompetenz im Umgang mit den Grundlagen der Stochastik. Ziel ist die Fähigkeit, die grundlegenden masstheoriefreien wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Begriffe und Konzepte sicher zu verwenden und zur Lösung konkreter Probleme einsetzen zu können.					
Inhalte Grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik: Wahrscheinlichkeitsräume, Kombinatorik, Zufallsvariablen, Unabhängigkeit, einfache Grenzwertsätze, Markoffketten, statistische Tests, Schätzer, Konfidenzintervalle.					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15					
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Mathematik B.Sc. Mathematik, B.Ed. Mathematik					
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung					
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle jährlich angeboten					
Modulverantwortliche Studiengangsbeauftragter der Mathematik					
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Mathematik					

Modul: Angleichung I (Experimentalphysik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		270	9 LP	1	1
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Experimentalphysik I - Vorlesung - Übung - Tutorium	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	118 h 59 h 9 h	P	Klausur (120min)	6 LP 2 LP 1 LP

Qualifikationsziele Die Lehrveranstaltungen "Experimentalphysik 1" und "Experimentalphysik 2" umfassen die vier wichtigsten Teilgebiete der klassischen Physik. Sie sind inhaltlich sowie über die Einübung des physikalischen Denkens und Arbeitens Grundlage des gesamten weiteren Physikstudiums. Es wird ein sicheres und strukturiertes Wissen zu den unter "Inhalt" aufgeführten Teilgebieten und die Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme angestrebt.
Inhalte Einführung: Messen, Standards von Masse, Länge, Zeit. Mechanik von Massenpunkten: Kinematik, Newtonsches Kraftgesetz, Bezugssysteme, Energie u. Impuls und deren Erhaltung, Reibung, Gravitation, Scheinkräfte in beschleunigten Systemen. Mechanik des starren Körpers: Drehimpuls, Drehmoment, Trägheitsmoment, Kreisel. Mechanik deformierbarer Körper: Elastizität, ruhende und strömende Flüssigkeiten und Gase, Bernoullische Gleichung, Schwingungen und Wellen, Akustik. Ausblick: Grenzen der klassischen Mechanik (z.B. Relativistik). Wärmelehre: Zustandsgrößen und Prozessgrößen, Zustandsgleichungen, Hauptsätze der Wärmelehre, Carnot'scher Kreisprozeß, Entropie, Grundzüge der kinetischen Gastheorie, Stoffe in verschiedenen Aggregatzuständen. Ausblick: Relevanz und Grenzen der klassischen Wärmelehre.
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15 Tutorium: 30
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Experimentalphysik B.Sc. Physik, B.Ed. Physik
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jedes Semester angeboten
Modulverantwortliche Prof. Dr. H.G. Sander
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Physik

Modul: Angleichung II (Experimentalphysik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		270	9 LP	1	1
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Experimentalphysik II - Vorlesung - Übung - Tutorium	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	118 h 59 h 9 h	P	Klausur (120min)	6 LP 2 LP 1 LP

Qualifikationsziele Die Lehrveranstaltungen "Experimentalphysik 1" und "Experimentalphysik 2" umfassen die vier wichtigsten Teilgebiete der klassischen Physik. Sie sind inhaltlich sowie über die Einübung des physikalischen Denkens und Arbeitens Grundlage des gesamten weiteren Physikstudiums. Es wird ein sicheres und strukturiertes Wissen zu den unter "Inhalt" aufgeführten Teilgebieten und die Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme angestrebt.
Inhalte Elektrostatik: Grundgrößen, Coulomb-Gesetz, Gauß'scher Satz, Influenz, Kondensator, elektrischer Dipol, Dielektrika. Stationäre Ströme: Gleichstromkreise, Kirchhoffsche Regeln, Leitertypen, Elektrochemie. Magnetostatik: stationäre Magnetfelder, Kräfte auf Ladungen und Leiter im Magnetfeld, magnetischer Dipol, Materie im Magnetfeld. Zeitabhängige elektromagnetische Felder: Induktion, stationäre Wechselströme, Impedanz, aktive Bauelemente, Verschiebungsstrom und Maxwell'sche Gleichungen, Energie in elektromagnetischen Feldern, Dipolstrahlung, elektromagnetische Wellen. Optik: Natur und Eigenschaften des Lichtes, Reflexion und Brechung, Strahlenoptik, Abbildung mit Linsen, optische Instrumente.
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15 Tutorium: 30
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Experimentalphysik B.Sc. Physik, B.Ed. Physik
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jedes Semester angeboten
Modulverantwortliche Prof. Dr. H.G. Sander
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Physik

Modul: Angleichung III (Experimentalphysik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		270	9 LP	2	1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Experimentalphysik III - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	WP	Klausur (120min)	6 LP 3 LP
Experimentalphysik IV - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	WP	Klausur (120min)	6 LP 3 LP

<p>Qualifikationsziele</p> <p>Experimentalphysik III: Die Studierenden sollen die Grundlagen der Wellenphänomene anhand von Lichtwellen und Materiewellen erlernen. Im ersten Teil der Vorlesung sollen dabei vertiefte Konzepte der Wellentheorie von Licht besprochen werden und diese dann auf die Quantenphysik übertragen werden. In der Vorlesung sollen darüber hinaus wichtige weitergehende Konzepte der Quantenphysik an einfachen Modellsystemen eingeführt werden.</p> <p>Experimentalphysik IV: Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte der Physik der kondensierten Materie kennen lernen, und ein zur Allgemeinbildung gehörendes elementares Wissen über subatomare Physik, Astrophysik und Kosmologie gewinnen. Die Themen der kondensierten Materie beschränken sich auf Gebiete, die ohne detaillierte Kenntnisse der Quantenphysik zugänglich sind. Die Vorlesung legt Wert auf exemplarische Darstellungen von kern- und festkörperphysikalischen Anwendungen.</p>
<p>Inhalte</p> <p>Experimentalphysik III: (1) Wellenoptik: Polarisation, Beugung, Interferenz, Elementare Fourier-Optik (optische Filterung, Bildentstehung), Kohärenz, Optische Interferometer (Mach-Zehnder, Sagnac, Michelson-Morley), Evaneszente Wellen, Resonatoren (Fabry-Perot- Interferometer), Gauss'sche Strahloptik, Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung (2) Materiewellen: Ebene Wellen, Wellenpakete, Dispersionsrelation, Propagation, Messprozess/Interpretation der Ψ-Funktion, Beugung/Interferenz von Materiewellen, Atominterferometer, Neutroneninterferometer (3) Elementare Quantenmechanik: Spin, Stern-Gerlach-Experiment, Spin \leftrightarrow Polarisation, verschränkte Systeme (Photonenpaare), welcher Weg Experimente (4) Einige quantenmechanische Systeme: Harmonischer Oszillator, Tunneleffekt, H-Atom (Grundlagen), Spektroskopie (Grundlagen)</p> <p>Experimentalphysik IV: Kondensierte Materie: Phasenverhalten, Kristallstrukturen, Beugung an periodischen Strukturen, Defekte und amorphe Systeme, Gitterschwingungen, thermische Eigenschaften, technische Anwendungen. Kernphysik: Einfache Kernmodelle (Tröpfchenmodell, Fermi-Gasmodell), radioaktive Zerfälle (Alpha, Beta, Kernspaltung, Kernfusion), technische Anwendungen (Datierungsmethoden, Medizin, Kern- und Fusionsreaktor). Teilchenphysik: Eigenschaften von Teilchen und Kräften im Standardmodell (Quarks, Leptonen, Austauscheteilchen); gebundene Systeme (Mesonen und Baryonen), Erhaltungssätze, Experimente (Beschleuniger und Teilchennachweis). Astrophysik und Kosmologie: Energieproduktion in Sternen, Grundbegriffe der Kosmologie, Entwicklung des Universums (Kosmogese, Elemententstehung, Sternentwicklung).</p>
<p>Gruppengröße</p> <p>Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15</p>
<p>Verwendbarkeit</p> <p>Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Experimentalphysik B.Sc. Physik</p>
<p>Prüfungsformen und Leistungen</p> <p>keine Modulabschlussprüfung</p>
<p>Turnus der Veranstaltungen</p> <p>Das Modul wird jedes Semester angeboten</p>
<p>Modulverantwortliche</p> <p>Prof. Dr. F. Schmidt-Kaler, Prof. Dr. L. Köpke, Prof. Dr. T. Palberg</p>
<p>Sonstige Informationen</p> <p>vgl. Modulhandbuch Physik</p>

Modul: Angleichung I (Theoretische Physik)				
	Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
	270	9 LP	1	1

Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Theoretische Physik II - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	6 LP 3 LP
Qualifikationsziele Das Ziel der "Analytischen Mechanik" ist, die kanonische Struktur der Theoretischen Physik anhand der Klassischen Mechanik zu illustrieren. Die Themenwahl wird hierbei auch im Hinblick auf die anschließende Vorlesung über Quantenmechanik getroffen.					
Inhalte Lagrange-Formalismus: Lagrange-Formulierung der Newton'schen Mechanik (Lagrange-Funktion, Extremalprinzip, Invarianzen); Zwangsbedingungen, verallgemeinerte Koordinaten/Kräfte, Lagrange-Gleichungen/Extremalprinzip in verallgemeinerten Koordinaten, Lagrange-Gleichungen der ersten Art; zyklische Variablen, Erhaltungsgrößen; Noether-Theorem. Hamilton-Formalismus: Legendre-Transformation, Hamilton-Funktion, Hamilton-Gleichungen; Beispiele; Variationsprinzip, Hamilton-Jacobi-Gleichung; Erhaltungsgrößen, Poisson-Klammern; Kanonische Transformationen, Phasenraum.					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15					
Verwendbarkeit Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Physik B.Sc. Physik					
Prüfungsformen und Leistungen keine Modulabschlussprüfung					
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jedes Semester angeboten					
Modulverantwortliche Prof. Dr. Peter van Dongen					
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Physik					

Modul: Angleichung II (Theoretische Physik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		270	9 LP	1	1
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Theoretische Physik III - Vorlesung - Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	6 LP 3 LP

<p>Qualifikationsziele</p> <p>Das Ziel der “Quantenmechanik” ist, Studierende mit der theoretischen Beschreibung geladener quantenmechanischer Teilchen im dreidimensionalen Raum und in Wechselwirkung mit dem elektromagnetischen Feld vertraut zu machen, wobei evtl. auch interessante Beispiele anderer als elektromagnetischer Kräfte behandelt werden können (z.B. einfache Modelle für Quarkonium oder das Deuteron, Gravitationseffekte). Auf jeden Fall sollte die Relevanz eines theoretischen Modells für die Realität stets klar erkenntlich sein. Ein weiteres Ziel dieser Vorlesung ist, die allgemeine Struktur der Quantenmechanik darstellungsfrei zu präsentieren. Hierzu wird ein Kapitel “Prinzipien und Symmetrien der Quantenmechanik” eingefügt.</p>
<p>Inhalte</p> <p>Einführung: Schrödinger-Gleichung, Hamilton-Operator, Interpretation der Wellenfunktion, Operatoren, Vertauschungsrelationen, Kommutatoren, Messwerte; Anwendungen. Prinzipien und Symmetrien der Quantenmechanik: Darstellungstheorie, Postulate der Quantenmechanik, Eichtransformationen, Galilei-Transformationen, Zeitumkehr, Systeme mehrerer identischer Teilchen. Teilchen im Zentralpotential: Bahndrehimpuls, Zentralpotential, Beispiele, Streuung am Zentralpotential. Die Drehgruppe in der Quantenmechanik: $SO(3)$, Spin und magnetisches Moment. Näherungsmethoden und Anwendungen: Zeitunabhängige Störungstheorie ohne und mit Entartung, zeitabhängige Störungstheorie, Variationsprinzip, Streuung.</p>
<p>Gruppengröße</p> <p>Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15</p>
<p>Verwendbarkeit</p> <p>Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach Physik B.Sc. Physik</p>
<p>Prüfungsformen und Leistungen</p> <p>keine Modulabschlussprüfung</p>
<p>Turnus der Veranstaltungen</p> <p>Das Modul wird jedes Semester angeboten</p>
<p>Modulverantwortliche</p> <p>Prof. Dr. Peter van Dongen</p>
<p>Sonstige Informationen</p> <p>vgl. Modulhandbuch Physik</p>

Modul: Angleichung III (Theoretische Physik)					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		270	9 LP	2	1-2
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Theoretische Physik IV					
- Vorlesung	4 SWS/42 h	138 h	P	Klasur (120min)	6 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP

Qualifikationsziele
Das Ziel der Vorlesung besteht darin, eine moderne Vorlesung über Grundlagen und Anwendungen der Vielteilchentheorie anzubieten, die überwiegend mikroskopische Einsichten und Erklärungen vermittelt und in der sowohl die quantenmechanischen Grundlagen als auch die wichtigsten klassischen Methoden (sowie ihre Gültigkeitsbereiche) diskutiert werden. Hierbei soll das Themengebiet "Quantenstatistik" so gestaltet werden, dass der Weg für die experimentelle Festkörperphysik (Phononen, Elektronengase, ...) geebnet wird und auch Querverbindungen zur experimentellen Atomphysik (Bose-Einstein-Kondensation, ...) sichtbar werden. Etwa 10-30% der verfügbaren Vorlesungszeit sollten auf das Themengebiet "Thermodynamik" verwendet werden.
Inhalte
Grundbegriffe der Thermodynamik: Hauptsätze, Potentiale, Zustandsgrößen, Antwortfunktionen, Phasengleichgewichte. Prinzipien der Statistischen Physik: Wahrscheinlichkeiten, Ergodenhypothese, Dichtematrix, Entropie; Statistische Gesamtheiten: quantenmechanische Formulierung und klassischer Limes; Zusammenhang von Zustandssummen mit Messgrößen. Anwendungen: Klassische Systeme (ideale und reale Gase, Virialentwicklung, klassische Spinmodelle), Quantensysteme (ideales Fermi-Gas, ideales Bose-Gas, Quantenspinmodelle). Phasenübergänge: Kritische Phänomene, Symmetriebrechung, Ehrenfest'sche Klassifizierung, Universalität, Skalenhypothese, kritische Exponenten.
Gruppengröße
Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15
Verwendbarkeit
Modul Angleichung für Studierende mit Bachelor in Informatik und Schwerpunktfach theoretische Physik B.Sc. Physik
Prüfungsformen und Leistungen
keine Modulabschlussprüfung
Turnus der Veranstaltungen
Das Modul wird alle jährlich angeboten
Modulverantwortliche
Prof. Dr. Peter van Dongen
Sonstige Informationen
vgl. Modulhandbuch Physik

2 Vertiefungsmodule Informatik

Im Folgenden sind alle Vertiefungsmodule der Informatik aufgelistet. Jeder Studierende wählt mindestens zwei dieser Module (Vertiefung A und B) und höchstens drei (zusätzlich Vertiefung D).

Modul: Fortgeschrittene Algorithmen	Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
	360	12 LP	2	1-3 (je nach Verwendung)

Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Fortgeschrittene Algorithmen - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	P		3 LP 3 LP
Seminar	2 SWS/21 h	69 h	P	Präsentation und mündliche Prüfung (45min) und Ausarbeitung	3 LP
Praktikum	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP
Qualifikationsziele Der/die Studierende - kennt weiterführende methodische Ansätze für den Entwurf und die Analyse von Algorithmen, - identifiziert algorithmische Probleme aus unterschiedlichen Bereichen und kann diese entsprechend formal formulieren, - kann die Berechnungskomplexität algorithmischer Probleme aus unterschiedlichen Bereichen analysieren und einschätzen, - kann geeignete algorithmische Lösungstechniken erkennen und neu entwerfen.					
Inhalte - Lineare und ganzzahlig lineare Programmierung, - Optimierungsmethoden, - Randomisierte Algorithmen, - Approximationsalgorithmen, - Online-Algorithmen, - Sekundärspeicheralgorithmen, - Parametrisierte Algorithmen					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 25 Seminar: 15 Praktikum 15					
Verwendbarkeit Vertiefung A, B oder D					
Prüfungsformen und Leistungen Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)					
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten					
Modulverantwortliche Prof. Dr. Ernst Althaus					
Sonstige Informationen Literatur: - Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Algorithmen - Eine Einführung - Kleinberg, Tardos: Algorithm Design					

Modul: **Bioinformatik**

		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	2	1-3 (je nach Verwendung)
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Strukturbasierte Bioinformatik			P		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Seminar: Ausgewählte Themen der Bioinformatik	2 SWS/21 h	69 h	P	Vortrag und mündliche Prüfung (45min) und Ausarbeitung	3 LP
Praktikum: Anwendung bioinformatischer Softwarewerkzeuge	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP
Qualifikationsziele					
Nach Absolvieren des Moduls besitzen die Studenten Kompetenzen im Entwurf effizienter Algorithmen für biologische Probleme. Sie beherrschen den sicheren Umgang mit computergestützten Methoden zur Modellierung und Simulation biologischer System und haben in den Übungen zur Vorlesung praktische Kenntnisse in der Implementierung solcher Methoden erworben. Im Praktikum lernen die Studenten, wichtige Bioinformatik-Tools auf praxisrelevanten Probleme sicher anzuwenden.					
Inhalte					
Grundlagen der Proteinstruktur (insbesondere sekundär, tertiär und quartär), energetische Bewertung und molekularmechanische Simulation, Grundlagen der Strukturvorhersage, Protein-Protein- und Protein-Ligand - Dockingverfahren. Praktische Anwendung von Tools zur Sequenz- (z.B. ClustalW, BLAST, ...), Struktur- (z.B. BALL/BALLView, Autodock, ...) und Netzwerkanalyse (Cytoscape, ...) Im Seminar können darüberhinaus aktuelle Themen aus anderen Bereichen der Bioinformatik (z.B. RNA, Microarrays, Netzwerkanalyse, ...) besprochen werden.					
Gruppengröße					
Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15 Seminar: 30 Praktikum 15					
Verwendbarkeit					
Vertiefung A, B oder D MSc. Ang. Bioinformatik					
Prüfungsformen und Leistungen					
Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)					
Turnus der Veranstaltungen					
Das Modul wird jährlich angeboten					
Modulverantwortliche					
Prof. Dr. Andreas Hildebrandt					

Sonstige Informationen

Es gibt leider kaum aktuelle einführende Lehrbücher zur Materie. Etwas veraltet, aber immer noch sehr hilfreich ist "Molecular Modelling: Principles and Applications" von Andrew Leach. Speziell für den Bereich "Wirkstoffentwurf" ist "Wirkstoffdesign: Entwurf und Wirkung von Arzneistoffen" von Gerhard Klebe zu empfehlen. Einen aktuelleren Überblick über die Strukturbioinformatik vermittelt "Structural Bioinformatics", herausgegeben von Jenny Gu und Philip Bourne.

Modul: Modellbildung and Simulation

		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	2	1-3 (je nach Verwendung)
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Fortgeschrittene Methoden der Modellbildung und Simulation - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP
	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Seminar	2 SWS/21 h	69 h	P	Vortrag und mündliche Prüfung (45min) und Ausarbeitung	3 LP
Praktikum	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP

Qualifikationsziele

In den Veranstaltungen werden grundlegende Kenntnisse verschiedener Methoden für Modellbildung und Simulation vermittelt. Durch eigenständige Implementierungen im Rahmen der Übungen wird eine Vertiefung des Verständnisses ausgewählter Modellierungstechniken angestrebt. Die erlernten Verfahren werden auf reale Probleme aus den Bereichen der Biologie, der Umweltanalyse, der Prognose wirtschaftlicher Daten und der Sozialwissenschaften angewendet. Nach Absolvierung der Veranstaltung verfügen Studierende über Kenntnisse über Modellbildung in unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Fortgeschrittene Methoden der Modellbildung: Der Teilnehmer erhält einen Überblick über fortgeschrittene Methoden der Modellbildung. Er ist nach Abschluss der Vorlesung in der Lage, selbstständig mathematische Modelle von Prozessen zu erstellen und verschiedene Identifikationsverfahren anzuwenden. Der Fokus liegt sowohl auf theoretischer als auch auf experimenteller Prozessanalyse. Fortgeschrittene Methoden der Simulation: Unter Simulation versteht man im Kontext von Modellbildung das Realisieren und Präsentieren von Modellverhalten. Während für die Realisierung häufig einfache Berechnungsprogramme hinreichend sind, werden insbesondere für graphische Repräsentationen z. T. aufwändige Tools erforderlich. Die Veranstaltung soll fortgeschrittene Methoden der Simulation vorstellen und Anwendungsmöglichkeiten aufzeigen und Erfahrungen zu ihren Einsatzmöglichkeiten vermitteln.

Inhalte

Darstellung dynamischer Systeme - Differentialgleichungen, Zustandsraumdarstellung, Übertragungsfunktionen, Integrationsverfahren, statistische Versuchsplanung. Diskrete Simulation, Erzeugung von Zufallszahlen, Monte Carlo Simulation, Erzeugung von Zufallsvariablen, Prozessorientierte Simulation, statistische Analyse simulierter Daten, Modellvalidierung, Varianzreduzierende Verfahren, Fallstudien

Gruppengröße

Vorlesung: unbeschränkt

Übung: 15 Seminar: 30 Praktikum 15
Verwendbarkeit Vertiefung A, B oder D
Prüfungsformen und Leistungen Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten
Modulverantwortliche NN
Sonstige Informationen Literatur: - Bungartz, Zimmer, Buchholz, Pflüger: Modellbildung und Simulation: Eine anwendungsorientierte Einführung

Modul: Maschinelles Lernen und Data Mining					
	Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester	
	360	12 LP	2	1-3 (je nach Verwendung)	
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Data Mining			P		
- Vorlesung	2 SWS/42 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Seminar	2 SWS/21 h	69 h	P	Vortrag und mündliche Prüfung (45min) und Ausarbeitung	3 LP
Praktikum	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP
Qualifikationsziele Nach Absolvierung des Moduls sollen Studierende in der Lage sein 1. die innere Arbeitsweise wichtiger Algorithmen für Data Mining (beispielsweise für Clustering, Pattern Mining und graphische Modelle), deren Vor- und Nachteile sowie deren theoretische und praktische Eigenschaften erklären zu können, 2. Problemstellungen aus Anwendungsgebieten auf typische Data Mining Tasks abbilden und adäquate Methoden auswählen zu können, 3. Maße für die Messung der Performance von Algorithmen des Data Mining richtig einzusetzen sowie Output und Ergebnisse der Algorithmen bewerten, richtig einordnen und kritisch interpretieren zu können, 4. die Performance von Algorithmen des Data Mining sowie deren Modelle fehlerfrei und ohne verfälschte, optimistisch oder pessimistisch verzerrte Schätzungen in korrekten experimentellen Versuchsaufbauten evaluieren und vergleichen zu können, und 5. die Performance von Algorithmen mit adäquaten Methoden optimieren zu können.					
Inhalte - Definitionen - Konzeptlernen: Versionsräume, Candidate Elimination Algorithmus - Einführung in das Data Mining, Levelwise Search, APriori Algorithmus, Borders, Episodenregeln, Suchstrategien, Bewertungsmaße (Support, Konfidenz, Lift, Leverage, Conviction, j-Measure), Komplexität, MaxMiner, Constraint-basiertes Mining, kondensierte Repräsentationen					

- String- und Sequence Mining, Episode Rule Mining, Graph Mining
- Clustering: Grundlagen, hierarchisches agglomeratives/divisives Clustering, k-Means, CobWeb, modellbasiertes Clustering (EM)
- Evaluierung und Validierung: Hold-Out, Kreuzvalidierung, Lift-Kurven, ROC- und Precision-Recall- Raum, numerische Fehlermaße
- Bayes'sches Lernen und graphische Modelle: Naive Bayes, Bayes'sche Netze (Repräsentation, Inferenz, Lernen, d-Separierung, Junction Tree Algorithmus, EM, struktureller EM)
- Entscheidungsbäume (C4.5, CART): Lernen, Pruningverfahren
- Regellernen: IREP, PART

Gruppengröße

Vorlesung: unbeschränkt
 Übung: 15
 Seminar: 30
 Praktikum 15

Verwendbarkeit

Vertiefung A, B oder D

Prüfungsformen und Leistungen

Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)

Turnus der Veranstaltungen

Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten

Modulverantwortliche

Prof. Dr. Stefan Kramer

Sonstige Informationen

Literatur:

- Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Third Edition, Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, Morgan Kaufmann, 2011.
- Data Mining: Concepts and Techniques, Second Edition, Jiawei Han, Micheline Kamber, Morgan Kaufmann, 2006.
- Principles of Data Mining, David J. Hand, Heikki Mannila, Padhraic Smyth, MIT Press, 2001.

Modul: High Performance Computing					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	2	1-3 (je nach Verwendung)
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg. grad	Studienleistung	Kreditpunkte
High Performance Computing für Bioinformatik			P		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Seminar: Aktuelle Themen in HPC	2 SWS/21 h	69 h	P	Vortrag und mündliche Prüfung (45min) und Ausarbeitung	3 LP
Praktikum: Paralleles Programmieren	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP

<p>Qualifikationsziele Verständnis und theoretische Kompetenz im Entwurf und Analyse paralleler Algorithmen für ausgewählte Probleme der Bioinformatik für Architekturen des High Performance Computing (HPC). Im Praktikum wird zudem die praktische Kompetenz in der Implementierung und Evaluierung von effizienten HPC Algorithmen auf verteilten und parallelen Architekturen erworben. Im Rahmen des Seminars wird zudem die Kommunikationsfähigkeit trainiert.</p>
<p>Inhalte Programmiermodelle für HPC (MPI, CUDA, Map-Reduce) und HPC Architekturen (PC Cluster, GPUs, Cloud). Entwurfsstrategien und Analysemethoden von parallelen Algorithmen für wichtige Probleme der Bioinformatik (insbesondere paarweises und multiples Sequenzalignment, Next-Generation Sequencing und Datenbanksuche). Implementierung und Evaluierung ausgewählter Algorithmen auf GPUs und PC Clustern. Eigenständige Erarbeitung und Präsentation fortgeschrittener und aktueller Themen im Bereich HPC.</p>
<p>Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15 Seminar: 30 Praktikum: 15</p>
<p>Verwendbarkeit Vertiefung A, B oder D</p>
<p>Prüfungsformen und Leistungen Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)</p>
<p>Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten</p>
<p>Modulverantwortliche Prof. Dr. Bertil Schmidt</p>
<p>Sonstige Informationen Literatur: - Kirk, Hwu: Programming Massively Parallel Processors, Morgan Kaufman, 2010 - Quinn: Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, McGraw-Hill, 2003 - Miller, Boxer: Algorithms Sequential and Parallel: A Unified Approach, Charles River Media, 2005 - Gropp, Skjellum, Lusk: Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message Passing Interface, 1999 - Breshears: The Art of Concurrency, O'Reilly, 2009 - Sung: Algorithms in Bioinformatics, CRC Press, 2009</p>

Modul: Computergrafik und Animation				
	Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
	360	12 LP	1-2	1-3 (je nach Verwendung)

Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Computergrafik und Animation - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	P		3 LP 3 LP
Praktikum	2 SWS/21 h	69 h	P	Vortrag und mündliche Prüfung (45min) und Ausarbeitung	3 LP
Seminar	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP
Qualifikationsziele Verständnis der mathematischen und physikalischen Grundlagen von Animationstechniken der Computergrafik. Selbständige Implementierung der Verfahren in Form von Demonstrationsprogrammen. Befähigung zum kreativer Einsatz des Methodenrepertoires in prototypischen Animationsanwendungen. Analyse und Bewertung neuer Animationstechniken aus aktuellen Computerspielen und Animationsfilmen.					
Inhalte geometrische Modellierung, Keyframe-Animationen, Interpolationsmethoden, Grundlagen der Robotik, Motion Capturing, effiziente geometrische Algorithmen und Datenstrukturen, Kollisionserkennung, Starrkörper- und Kontaktsimulation, physikalisch basierte Animation, Feder-Masse-Systeme, Physik-Engines, Animationswerkzeuge, neue Animationstechniken aus aktuellen Computerspielen und Animationsfilmen					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15 Seminar: 30 Praktikum: 15					
Verwendbarkeit Vertiefung A, B oder D					
Prüfungsformen und Leistungen Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)					
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten					
Modulverantwortliche Prof. Dr. Elmar Schömer					
Sonstige Informationen Literatur: - Rick Parent: Computer Animation: Algorithms and Techniques - Gino van den Bergen, Dirk Gregorius: Game Physics Pearls - Kenny Erleben, Jon Sporring, Knud Henriksen, Henrik Dohlmann: Physics Based Animation					

Modul: Betriebs- und Speichersysteme				
	Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
	360	12 LP	2	1-3 (je nach Verwendung)

Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbst-studium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kredit-punkte
Moderne Betriebssystemkonzepte - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	P		3 LP 3 LP
Seminar	2 SWS/21 h	69 h	P	Vortrag und mündliche Prüfung (45min) und Ausarbeitung	3 LP
Praktikum	2 SWS/21 h	69 h	P		3 LP
Qualifikationsziele					
Die Studierenden sollen das Verständnis der spezifischen Eigenschaften von Systemsoftware erlangen sowie die elementaren Bausteine zum Aufbau von Betriebs- und verteilten Systemen kennen lernen. Die Studierenden sollen mögliche Gefahren für den Rechnerbetrieb durch einen nicht-authorisierten Zugriff auf die Ressourcen erkennen und entsprechende Maßnahmen ergreifen können. Sie sollen in der Lage sein, Möglichkeiten, Grenzen und Risiken offener verteilter Systeme sowie von Hochleistungsrechnern einschätzen und evaluieren lernen. Schließlich sollen die Kernmethoden effizienter Ressourcenverwaltung verstanden und an konkreten Beispielen angewendet werden.					
Inhalte					
Auf dem Gebiet des Faktenwissens sollen der Zusammenhang zwischen Hardware und Systemsoftware, der Aufbau, die Verwaltung und Synchronisation von Prozessen, Techniken zur Speicherverwaltung und für das Scheduling, Techniken zur Sicherung von kritischen Bereichen, Techniken für den Entwurf von parallelen und nebenläufigen Programmen, Techniken zum Aufbau hoch-skalierbarer Umgebungen und Architekturen zum Aufbau skalierbarer Speichersysteme vermittelt. Neben dem eigentlichen Faktenwissen wird ein Schwerpunkt auf den Erwerb von Methodenkompetenzen gelegt. Dieses beinhaltet Methoden zur effizienten Verwaltung und Zuordnung von Betriebsmitteln, zur Erkennung und Vermeidung von Verklemmungen, zur Kooperation zwischen Prozessen in verteilten Systemen sowie zur Prozessinteraktion. Im Bereich der Speichersysteme werden insbesondere Methoden zum Aufbau skalierbarer Systeme, zur Sicherheit in verteilten Umgebungen sowie zur Entwicklung von Challenge-Response Verfahren gelehrt. Im Rahmen der Übungen werden die Studenten Transferkompetenzen zur Übertragung der globalen Strategien auf vorgegebene Einzelsituationen erlangen und den praktischen Wert der Konzepte und Methoden der Systemsoftware erkennen.					
Gruppengröße					
Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15 Seminar: 30 Praktikum 15					
Verwendbarkeit					
Vertiefung A, B oder D					
Prüfungsformen und Leistungen					
Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min)					
Turnus der Veranstaltungen					
Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten					
Modulverantwortliche					
Prof. Dr. Andre Brinkmann					
Sonstige Informationen					
Literatur: - Andrew S. Tanenbaum: Modern Operating Systems - William Stallings: Operating Systems: Internals and Design Principles					

3 Vertiefungsmodule Biologie

Im Folgenden sind Vertiefungsmodule der Biologie beispielhaft aufgelistet. Sie sind nur als Anhaltspunkt gedacht. Weitere Veranstaltungen können belegt werden und sind auch zu empfehlen. Jeder Studierende mit Schwerpunktfach Biologie wählt mindestens eines dieser Module (Vertiefung C) und höchstens zwei (zusätzlich Vertiefung D).

Modul: Humangenetik und Molekulargenetik					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	1	2-3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Humangenetik und Molekulargenetik - Vorlesung - Laborpraktikum	2 SWS / 21 h 6 SWS / 63 h	69 h 207 h	P		3 LP 9 LP
Qualifikationsziele					
Die Studierenden kennen Inhalte und Methoden der klinisch-genetischen und anthropologischen Forschung und Diagnostik wie genetische und epigenetische Ursachen von monogenen und komplexen Krankheiten. Sie verstehen die Modulation genetischer Faktoren durch die Umwelt und kennen die Prinzipien und Mechanismen der Ontogenese. Sie kennen den Zusammenhang zwischen Genomevolution und Genompathologie und verstehen die Diversitätsmuster (Mensch) auf verschiedenen Ebenen der Organisation (molekular, chromosomal) im evolutionären und biomedizinisch-relevanten Kontext und das aktuelle Wissen über deren zugrunde liegenden Prozesse. Sie können Arbeitsmethoden in der Chromosomenanalyse und der Genom-, Epigenom-Transkriptom- und Proteomforschung selbstständig, sicher und unter Beachtung der relevanten Sicherheitsaspekte anwenden und beherrschen die molekulargenetische, anthropologische, humangenetische und bioinformatische Fachterminologie in angemessener Breite und Differenzierung.					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> - VL: Humangenetik (Geschichte/ Ethik der Humangenetik, Chromosomenkrankheiten, pränatale Diagnostik, direkte und indirekte Gendiagnostik, prädiktive Testung, monogene Erkrankungen, komplexe Erkrankungen, Krebs, Imprintingstörungen, unerfüllter Kinderwunsch, assistierte Reproduktion); - Molekulargenetik, Humangenomprojekt, Epigenetik, molekulare Diagnostik, molekulare Onkologie; - Genetische Beratung (Internetrecherche, z.B. Suche nach genetischen Informationen in OMIM; Stammbauanalyse; Abschätzen von genetischen Risiken); - Klinische Zytogenetik (Nomenklatur, Chromosomenbänderungsanalysen, Erstellen eines Karyotyps; Auswertung von Karyogrammen; Befundinterpretation); - Molekulargenetische Diagnostik, Nachweis von Imprintingmutationen: Bisulphit- Behandlung genomischer DNA, Sequenzreaktion, Pyrosequenzierung, RNA-Analysen, Proteinanalyse. 					
Gruppengröße					
Vorlesung: unbeschränkt Praktikum: 15					
Verwendbarkeit					
Master Informatik: Vertiefung C oder D Master Angewante Bioinformatik: Biologie I oder II M.Sc. Biologie, M.Sc. Anthropologie					
Prüfungsformen und Leistungen					
Protokoll (benotet)					

Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jährlich angeboten
Modulverantwortliche Prof. Dr. Hans Zischler
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Biologie

Modul: Molekulargenetik - Gentechnologie I					
	Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester	
	360	12 LP	1	2-3	
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Einführung in die Gentechnologie			P		
- Vorlesung	2 SWS / 21 h	69 h			3 LP
- Übung	6 SWS / 63 h	207 h			9 LP
Qualifikationsziele Die Studierenden erwerben ein vertieftes, detailliertes Wissen in einem Teilgebiet der Molekulargenetik. In der intensiven Beschäftigung mit Problemen der Gentechnologie erwerben die Studierenden spezialisierte Kenntnisse und Fertigkeiten, die weit über Grundkenntnisse der Molekulargenetik hinausgehen. Sie lernen in der Gentechnologie einen stark angewandten Aspekt der Molekulargenetik kennen, der sie dazu befähigt, selbstständig komplexere gentechnische Methoden anzuwenden, die Ergebnisse gentechnischer Experimente korrekt zu interpretieren und in wissenschaftlich angemessener Form zu dokumentieren.					
Inhalte Vertiefte theoretische wie experimentelle Bearbeitung gentechnischer Themen. In der Vorlesung wird ein umfassender Überblick über den Stand der gesamten Gentechnologie vermittelt. In den Übungen werden methodisch anspruchsvolle, forschungsorientierte Projekte durchgeführt, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Bevorzugt werden Projekte durchgeführt, in denen möglichst verschiedene Techniken zum Einsatz kommen (Genklonierung; DNA-Analyse, -Präparation, -in vitro Markierung auch mit Radionuklid; Herstellung und screening von Genbibliotheken; DNA-Sequenzierprojekte; Grundlagen der Computergestützten Sequenzanalyse)					
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15					
Verwendbarkeit Master Informatik: Vertiefung C oder D Master Angewante Bioinformatik: Biologie I oder II M.Sc. Biologie, Anthropologie, Translationale Biomedizin, Biomedizinische Chemie					
Prüfungsformen und Leistungen Klausur (60 min) und gegebenenfalls mündliche Ergänzungsprüfung					
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jährlich angeboten					
Modulverantwortliche Prof. Dr. Erwin Schmidt					
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Biologie					

Modul: Molekulare Zellbiologie I					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	1	2-3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Zellbiologie des Cytoskeletts und Bewegungsmechanismen			P		
- Vorlesung	2 SWS / 21 h	69 h			3 LP
- Übung	6 SWS / 63 h	207 h			9 LP
Qualifikationsziele					
Die Studierenden können in einem wichtigen Teilgebiet der modernen Biologie ein vertieftes Wissen durch Lösen komplexer Aufgaben demonstrieren. Sie können Grundkenntnisse in Planung und Design naturwissenschaftlicher Experimente demonstrieren. Sie sind in der Lage, unter Anleitung anspruchsvolle biochemische, zell- und molekularbiologische Versuche durchzuführen; die Ergebnisse in strukturelle und funktionale Zusammenhänge zu bringen; die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einzuschätzen; Führen eines Laborbuches; die Ergebnisse protokollieren und interpretieren. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse schriftlich zusammenzufassen und in einem Vortrag zu präsentieren. Bei der Arbeit in Kleingruppen können sie Teamfähigkeit demonstrieren.					
Inhalte					
Exemplarisch bearbeiten die Studierenden Fragestellungen aus der molekularen Zellbiologie.					
<ul style="list-style-type: none"> - Transformation von Bakterien; DNA-Isolation aus Bakterien; Restriktionsverdau - Kultivierung von eukaryotischen Zellen - Rekombinante Expression von Proteinen in eukaryotischen Zellen - Expression rekombinanter Proteine in heterologen Zellsystemen - Isolierung nativer Proteine aus Zellen und Geweben - Subzelluläre Fraktionierung von Zellkompartimenten - Proteinanalytik (Proteinbestimmung, SDS-PAGE, Western Blot) - Analyse von Protein-Protein Wechselwirkungen - Immunocyto- bzw. -histochemie an Zellen und Geweben - Elektronenmikroskopie von Zellen und Geweben - Immunoelektronenmikroskopie 					
Gruppengröße					
Vorlesung: unbeschränkt					
Übung: 15					
Verwendbarkeit					
Master Informatik: Vertiefung C oder D					
Master Angewante Bioinformatik: Biologie I oder II					
M.Sc. Biologie					
Prüfungsformen und Leistungen					
Klausur (60 min) und gegebenenfalls mündliche Ergänzungsprüfung					
Turnus der Veranstaltungen					
Das Modul wird jährlich angeboten					
Modulverantwortliche					
Prof. Dr. Uwe Wolfrum					
Sonstige Informationen					
vgl. Modulhandbuch Biologie					

4 Vertiefungsmodule Physik

Im Folgenden sind Vertiefungsmodule der Physik beispielhaft aufgelistet. Sie sind nur als Anhaltspunkt gedacht. Weitere Veranstaltungen können belegt werden und sind auch zu empfehlen. Jeder Studierende mit Schwerpunktfach Physik wählt mindestens eines dieser Module (Vertiefung C) und höchstens zwei (zusätzlich Vertiefung D).

Modul: Theorie weicher Materie					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	2	2-3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Theorie weicher Materie I - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	WP		3 LP 3 LP
Theorie weicher Materie II - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	WP		3 LP 3 LP
Computersimulationen in der statistischen Physik - Vorlesung - Übung	2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	69 h 69 h	WP	.	3 LP 3 LP
Qualifikationsziele					
<p>Theorie weicher Materie I und II: Die Studierenden sollen die Beschreibung von Systemen mit großen Fluktuationen im Rahmen der statistischen Physik erlernen, konkretisiert an verschiedenen Beispielen von Soft-Matter-Systemen. Hierbei soll insbesondere auf generelle Prinzipien Wert gelegt werden, die stoffklassenüberschreitende Bedeutung haben.</p> <p>Computersimulationen in der statistischen Physik: Erwerb der Fähigkeit, komplexe physikalische Sachverhalte in einfache Modelle umzusetzen, diese in Algorithmen zu übersetzen und diese Algorithmen auf modernen Computerarchitekturen korrekt und effizient zu implementieren. Verständnis der Rolle der Computersimulationen im Wechselspiel mit Theorie und Experiment.</p>					
Inhalte					
<p>Theorie weicher Materie I: Random walk, self-avoiding walk, Struktur flüssiger und fester Membranen, Streugesetze, Selbstähnlichkeit, Skaleninvarianz, elementare Skalentheorie kritischer Phänomene, Landau-deGennes-Theorie der Flüssigkristalle, Theorie der Brown'schen Bewegung, Rouse-Modell, kritische Dynamik, Blob-Konzept der Polymerphysik, Mean-Field-Theorie, selbstkonsistente Feldtheorie, Feldtheorie und Pfadintegrale der Polymere, Flory-Huggins-Theorie, Flory-Abschirmung.</p> <p>Theorie weicher Materie II: Hier können nach Präferenz des Dozenten / der Dozentin Schwerpunkte gesetzt werden. Mögliche Themen: DLVO-Theorie, hydrodynamische Wechselwirkung in Kolloiden und Polymeren, Zimm-Modell, Reptationsmodell, Netzwerke und Gummielastizität, Struktur von Polyelektrolyten, lineare Antworttheorie, Green-Kubo-Relationen, Viskoelastizität, materialwissenschaftliche Aspekte von Soft-Matter-Systemen, statistische Physik von Grenzflächen, Benetzung, Kapillarwellen.</p> <p>Computersimulationen in der statistischen Physik: Molekulardynamik Simulationen, symplektische Integratoren, Markovketten Monte Carlo, Zufallszahlengenerierung, Analyse von Zeitreihen, Effekte endlicher Systemgröße, Simulation in unterschiedlichen thermodynamischen Ensembles</p>					
Gruppengröße					
Vorlesung: unbeschränkt					

Übung: 15
Verwendbarkeit Vertiefung C oder D M.Sc. Physik
Prüfungsformen und Leistungen mündliche Prüfung (30-60min)
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten
Modulverantwortliche Prof. Dr. Kurt Krämer, Prof. Dr. Frederike Schmid
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Physik

Modul: Messmethoden					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	2	2-3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Elektronik			WP		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Signalverarbeitung			WP		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Statistik, Datenanalyse und Simulation			WP		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Qualifikationsziele					
Elektronik: Die Vorlesung soll in Kombination mit dem Elektronik-Praktikum in die Grundkonzepte moderner Elektronik einführen. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, beim physikalischen Experiment mit passiven und aktiven Bauteilen, Stromversorgungen, Mess-, Operations- und Leistungsverstärkern, aber auch Elementen der Digitalelektronik (A/D- bzw. D/A-Wandler) umzugehen.					
Signalverarbeitung: Die Vorlesung soll, möglichst in Kombination mit dem Praktikum, die Grundkonzepte der Systemtheorie vermitteln. Der Schwerpunkt wird auf die Signalverarbeitung mit linearen Systemen gelegt, wobei die erarbeiteten Grundkenntnisse den Studenten befähigen sollen, sich in spezielle Probleme der Mess-, Regelungs-, und Informationstechnik einzuarbeiten.					
Statistik, Datenverarbeitung und Simulation: Die Vorlesung gibt eine Übersicht über statistische Methoden zur Analyse von Daten und eine Einführung in die Monte Carlo Simulation. Obwohl die Methodik insbesondere anhand von Beispielen aus Teilchen-, Hadronen- und Kernphysik erläutert wird, empfiehlt sich die Vorlesung auch für Studierende mit anderen Schwerpunktsetzungen. Ziel ist die Schaffung eines soliden Grundwissens um die experimentelle Masterarbeit auf einem verwandten Gebiet der Physik erfolgreich durchführen zu können.					

Inhalte Elektronik: Passive Bauelemente, Einführung Halbleiterbauelemente (Diode und Transistor), Verstärkerschaltungen, Operationsverstärker, Stromversorgung, digitale Grundbausteine, programmierbare Logik, Mikroprozessoren, A/D- und D/A Wandlung von Signalen, Messtechnik Signalverarbeitung: Aufstellen der Systemgleichungen am Beispiel elektrischer Netzwerke, Laplace- und Fourier-Transformation, Übertragungsfunktionen und Frequenzgangdarstellung, Klassifizierung von linearen, zeitinvarianten Systemen, Einführung in die Regelungstechnik, Stabilität, Übertragung von Signalen auf Leitungen, Modulation, Abtastvorgänge, stochastische Prozesse, zeitdiskrete Systeme und die z-Transformation Statistik, Datenverarbeitung und Simulation: Wahrscheinlichkeitsverteilungen; statistische Beschreibung von Daten; Fehlerrechnung; Schätzung von Parametern; Signifikanzniveau und Hypothesentests; Monte Carlo Verfahren; Analysemethoden.
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15
Verwendbarkeit Vertiefung C oder D B.Sc. Physik
Prüfungsformen und Leistungen abschließende Klausur (120min)
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird alle 2 Jahre angeboten
Modulverantwortliche Prof. Dr. J. Pochodzalla
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Physik

5 Vertiefungsmodule Mathematik

Im Folgenden sind Vertiefungsmodule der Mathematik beispielhaft aufgelistet. Sie sind nur als Anhaltspunkt gedacht. Weitere Veranstaltungen können belegt werden und sind auch zu empfehlen. Jeder Studierende mit Schwerpunkt Mathematik wählt mindestens eines dieser Module (Vertiefung C) und höchstens zwei (zusätzlich Vertiefung D).

Modul: Computeralgebra					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	1	2-3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Computeralgebra			P		
- Vorlesung	4 SWS/42 h	138 h			6 LP
- Praktikum	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP

Qualifikationsziele Verständnis von konstruktiven und algorithmischen Methoden der Algebra und Zahlentheorie. Sicherem Umgang mit abstrakten algebraischen Begriffen. Befähigung Aufgaben aus der Zahlentheorie, linearen Algebra und kommutativen Algebra algorithmisch zu lösen und erfolgreich zu implementieren.
Inhalte - Grundbegriffe der kommutativen Algebra; - Algorithmen zur Faktorisierung ganzer Zahlen; Primzahltests. - Polynomringe in mehreren Variablen; - Monomiale Ordnungen; Standardbasen; Buchberger Algorithmus; - Affine Varietäten, Dimension, Eliminationstheorie. - Faktorisierungsalgorithmen von Polynome über endlichen Körpern und über den ganzen Zahlen. - Implementierung algebraischer Algorithmen in einem spezialisierten Computeralgebrasystem wie z.B. Singular, Macaulay2, Pari/GP
Gruppengröße Vorlesung: unbeschränkt Übung: 15 Praktikum: 15
Verwendbarkeit Vertiefung C oder D
Prüfungsformen und Leistungen mündliche Prüfung (20min) oder Klausur (120min)
Turnus der Veranstaltungen Mindestens jedes dritte Semester
Modulverantwortliche Prof. Dr. T. de Jong, Prof. Dr. M. Lehn, Prof. Dr. S. Müller-Stach, Prof. Dr. D. van Straten
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Mathematik

Modul: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	2	2-3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen			P		
- Vorlesung	4 SWS/42 h	138 h			6 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Schlecht gestellte Gleichungen	2 SWS/21 h	69 h	WP		3 LP
Numerische Behandlung inverser Probleme	2 SWS/21 h	69 h	WP		3 LP
andere Vorlesung in der Numerischen Mathematik	2 SWS/21 h	69 h	WP		3 LP
Qualifikationsziele Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Fähigkeit, zu einem System gewöhnlicher Differenzialgleichung das adäquate numerische Lösungsverfahren auszuwählen und ggf. zu implementieren. Grundlegende Kenntnisse über die möglichen Stabilitätsprobleme sowie adaptive Steuerungsmechanismen.					

Andere Vorlesung: Ergänzende Kenntnisse in Numerischer Mathematik bis hin zu aktuellen Forschungsthemen. Gegebenenfalls die eigenständige kritische Reflektion und Präsentation jüngster wissenschaftlicher Ergebnisse. Letzteres beinhaltet insbesondere die Fähigkeit, komplizierte Resultate in geeigneter Weise didaktisch aufzuarbeiten.

Inhalte

Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Die Vorlesung behandelt numerische Algorithmen zur Lösung gewöhnlicher Differenzialgleichungen in Form von Anfangs- und Randwertaufgaben.

Die anderen Vorlesungen bieten eine Einführung in ein oder mehrere aktuelle Gebiete der wissenschaftlichen Forschung im Bereich der numerischen Mathematik. Die Liste der Veranstaltungen enthält einige sinnvolle Möglichkeiten in exemplarischer Weise und kann durch andere vierstündige oder zwei zueinander passende zweistündige Vorlesungen geeignet ergänzt werden.

Gruppengröße

Vorlesung: unbeschränkt

Übung: 15

Verwendbarkeit

Vertiefung C oder D

Prüfungsformen und Leistungen

mündliche Prüfung (20min) oder Klausur (120min)

Turnus der Veranstaltungen

Das Modul wird jährlich angeboten

Modulverantwortliche

Prof. Dr. M. Hanke-Bourgeois, Nf. Jüngel, Prof. Dr. C. Schneider

Sonstige Informationen

vgl. Modulhandbuch Mathematik

Modul: Stochastik					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 CP	1-2	2-3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verp.f.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Stochastik I			P		
- Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS/21 h	69 h			3 LP
Stochastische Algorithmen	2 SWS/21 h	69 h	WP		3 LP
Schätzer und Tests	2 SWS/21 h	69 h	WP	.	3 LP
andere Vorlesung in der Stochastik	2 SWS/21 h	69 h	WP		3 LP
Qualifikationsziele					
Das Ziel ist die Befähigung zum sicheren Umgang mit dem systematischen maßtheoretischen Aufbau der Wahrscheinlichkeitstheorie und den grundlegenden Grenzwertsätzen.					
Inhalte					
Maß- und Integrationstheorie mit Ausrichtung auf die Wahrscheinlichkeitstheorie, Konstruktion von (Familien von) Zufallsvariablen, Gesetze der großen Zahl, charakteristische Funktionen, Zentraler Grenzwertsatz, bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte.					
Gruppengröße					
Vorlesung: unbeschränkt					
Übung: 15					

Verwendbarkeit Vertiefung C oder D
Prüfungsformen und Leistungen mündliche Prüfung (20min) oder Klausur (120min)
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jährlich angeboten
Modulverantwortliche Prof. Dr. M. Birkner, Prof. Dr. R. Höpfner, Prof. Dr. A. Klenke, Prof. Dr. H.-J. Schuh
Sonstige Informationen vgl. Modulhandbuch Mathematik

6 Abschlussmodule

Modul: Masterseminar					
		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		360	12 LP	1	3
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Masterseminar			WP		
Qualifikationsziele Die Studierenden sind befähigt, ein Thema im von ihnen gewählten Spezialgebiet wissenschaftlich zu bearbeiten. Sie in der Lage sich in einer Kleingruppe einen Einblick in ein Spezialgebiet zu verschaffen. Weiterhin sind sie befähigt, auch in interdisziplinären Gruppen, komplexe Sachverhalte zu kommunizieren und zu diskutieren.					
Inhalte Masterseminar: Einarbeitung in ein wissenschaftliches Spezialgebiet durch Literaturrecherche, wissenschaftliche Diskussionen und evtl. prototypische Implementierungen.					
Gruppengröße 25					
Verwendbarkeit Masterseminar					
Prüfungsformen und Leistungen Portfolio					
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird bei Bedarf angeboten					
Modulverantwortliche Lehrende der Informatik					

Modul: Abschlussmodul

		Aufwand	Kreditpunkte	Dauer	Regelsemester
		990	33 LP	2	3-4
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Masterarbeit			WP	Modulteilprüfung	30
Abschlussprüfung			P	Modulteilprüfung	3
Qualifikationsziele					
Die Studierenden sind befähigt, in Form einer wissenschaftlichen Schrift (Masterarbeit) in dieses Thema einzuführen, ihre Ergebnisse zu schildern und zu dokumentieren und sie im Lichte der relevanten Literatur zu interpretieren und zu diskutieren. Sie sind außerdem befähigt, ihre Masterarbeit als wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren und zu verteidigen und dabei auch Fragen zum Thema sowie zu Randgebieten zu beantworten (Abschlußprüfung).					
Inhalte					
Masterarbeit: erfassung einer wissenschaftlichen Schrift zum Thema. Abschlussprüfung: Präsentation der Ergebnisse als Vortrag (Länge ca. 20 Minuten), mündliche Verteidigung und Beantwortung auch randständiger Fragen, max. Prüfungsdauer 45 min.					
Gruppengröße					
1					
Verwendbarkeit					
Abschlussmodul					
Prüfungsformen und Leistungen					
Masterarbeit: schriftliche Ausarbeitung Abschlussprüfung: mündliche Prüfung (45-60min)					
Turnus der Veranstaltungen					
Das Modul wird bei Bedarf angeboten					
Modulverantwortliche					
Lehrende der Informatik					

7 Studienvoraussetzungen

In diesem Abschnitt werden die inhaltlichen Studienvoraussetzungen für die Informatik, die Mathematik und für jedes Schwerpunktfach genau beschrieben.

Modul: Voraussetzung Informatik					
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpf.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Einführung in die Programmierung			P	Klausur (120min)	
- Vorlesung	2 SWS / 21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS / 21 h	69 h			3 LP
Einführung in die Softwareentwicklung			P	Klausur (120min)	
- Vorlesung	2 SWS / 21 h	69 h			3 LP
- Übung	2 SWS / 21 h	69 h			3 LP

<p>Qualifikationsziele</p> <p>Einführung in die Programmierung: Beherrschung einer objektorientierten Programmiersprache; Grundfertigkeiten zum Algorithmen- und Software-Entwurf Softwaresysteme werden i. Allg. heute nach objektorientierten Ansätzen entwickelt. Das Modul führt in die Grundlagen der Entwicklung objektorientierter Systeme ein und erprobt diese am praktischen Beispiel.</p> <p>Einführung in die Softwareentwicklung: Ausgehend vom Einsatz objektorientierter Modellierungsmethoden zur Beschreibung von Softwaresystemen (hier UML) wird die Realisierung, die Dokumentation und der Test des Systems vermittelt. Die Realisierung erfolgt in einer objektorientierten Programmiersprache (hier Java) unter Verwendung relevanter Bibliotheken für Standardtypen (Collections) und graphischer Benutzungsschnittstellen (Swing). Der praktische Anteil der Veranstaltung wird durch Standard-Software-Entwicklungswerkzeuge (z.Z. Eclipse, SVN, JavaDoc, JUnit) unterstützt.</p>
<p>Inhalte</p> <p>Einführung in die Programmierung: Variablen-Begriff, Kontrollstrukturen, Felder, Unterprogramme, Rekursion, Klassenkonzept; Algorithmen zum Suchen und Sortieren, etc.; Software-Entwicklungszyklus</p> <p>Einführung in die Softwareentwicklung: Prozessmodelle der Softwareentwicklung;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objektorientierung (Grundlagen der Objektorientierung, Vorgehen zur objektorientierten Softwareentwicklung); - UML als Modellierungsmittel (Objektdiagramme, Klassendiagramme); Objektorientierte Implementierung; - Testen (Testgrundlagen, Testfälle und Teststrategien, Testen mit JUnit); Ausnahmebehandlung; - abstrakte Datenstrukturen (Java-Collections); GUI Entwicklung mit Swing
<p>Verwendbarkeit</p> <p>Studienvoraussetzung</p>
<p>Turnus der Veranstaltungen</p> <p>Das Modul wird jährlich angeboten</p>
<p>Modulverantwortliche</p> <p>Prof. Dr. Andreas Hildebrandt</p>
<p>Sonstige Informationen</p> <p>Die genannten Inhalte werden zu Beginn des Studiums von jedem Studierenden vorausgesetzt.</p>

Modul: Voraussetzung Mathematik (alle Studierenden)					
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Lineare Algebra und Geometrie I - Vorlesung - Übung	4 SWS / 42 h 2 SWS / 21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	6 LP 3 LP
Analysis I - Vorlesung - Übung	4 SWS / 42 h 2 SWS / 21 h	138 h 69 h	P	Klausur (120min)	6 LP 3 LP
<p>Qualifikationsziele</p> <p>Lineare Algebra und Geometrie I: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - beherrschen geometrische Grundbegriffe wie Abstand, Länge, Winkel und Orthogonalität in der Euklidischen Geometrie sowie die Grundbegriffe der Linearen Algebra als Fundament für die weiteren fachwissenschaftlichen Studien. - Durch die Übungen erarbeiten sie sich einen sicheren, präzisen und selbständigen Umgang mit den in den Vorlesungen behandelten Begriffen, Aussagen und Methoden; - sind im analytischen Denken geschult; sie sind in der Lage, abstrakte Strukturen zu erkennen und mathematische Probleme phantasievoll zu bearbeiten; 					

- sind in der Lage, elementare mathematische Sachverhalte zu vermitteln; ihre Team- und Kommunikationsfähigkeit wird durch Übungen geschult.

Analysis I: Die Studierenden

- beherrschen die Grundbegriffe der Analysis einer Veränderlichen als Fundament für die weiteren fachwissenschaftlichen Studien; durch die Übungen erarbeiten sie sich einen sicheren, präzisen und selbständigen Umgang mit den in den Vorlesungen behandelten Begriffen, Aussagen und Methoden;

- sind im analytischen Denken geschult; sie sind in der Lage, abstrakte Strukturen zu erkennen und mathematische Probleme phantasievoll zu bearbeiten;

- sind in der Lage, elementare mathematische Sachverhalte zu vermitteln; ihre Team- und Kommunikationsfähigkeit wird durch Übungen geschult.

Inhalte

Lineare Algebra und Geometrie I:

- Grundlagen der Mengenlehre, Aussagenlogik;

- Lineare Gleichungssysteme, Gaußsches Eliminationsverfahren, Matrizenkalkül;

- Standard-Skalarprodukt, Abstand, Winkel, Drehungen, Spiegelungen, Vektorprodukt in R^2 , R^3 ;

- Vektorräume, Basen, Lineare Abbildungen, Basiswechsel, orthogonale Abbildungen;

- Determinanten, Cramersche Regel, Volumenformel.

Analysis I:

Zahlaufbau, Reelle Zahlen als vollständig angeordnete Körper, Überabzählbarkeit von R , Komplexe Zahlen, Konvergenz von Reihen und Folgen, elementare Funktionen (\sin , \cos , \log , \exp , ...), Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Riemann-Integral, Integrationsmethoden, Taylorformel und Taylorreihe, Konvergenzbegriff für Folgen und Reihen oder Funktionen, Potenzreihen, Volumen von Rotationskörpern, Guldinsche Regel.

Verwendbarkeit

Studienvoraussetzung

Turnus der Veranstaltungen

Das Modul wird jährlich angeboten

Modulverantwortliche

Studiengangsbeauftragter der Mathematik

Sonstige Informationen

Die genannten Inhalte werden zu Beginn des Studiums von jedem Studierenden vorausgesetzt.

Modul: Voraussetzung für Schwerpunktfach Biologie

Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Genetik					
- Vorlesung	2 SWS / 21 h	69 h	P	Klausur (120min)	3 LP
- Übung	4 SWS / 42 h	138 h			6 LP
Zellbiologie	2 SWS / 21 h	69 h	P	Klausur (120min)	3 LP

Qualifikationsziele

Genetik:

Die Studierenden können eine sichere und strukturierte Kenntnis der behandelten Inhalte der allgemeinen und molekularen Genetik durch Lösen einschlägiger Aufgaben demonstrieren; die einschlägigen Fachbegriffe definieren; sie in den richtigen Kontext stellen; genetische Prinzipien und Methoden auf aktuelle biologische Sachverhalte und Fragestellungen bezogen anwenden; die Bedeutung humangenetischer Erkenntnisse für Gesundheitsfragen richtig einschätzen. Sie können unter Anleitung molekulargenetische und genetische Experimente durchzuführen; deren Ergebnisse korrekt darstellen; sie interpretieren; die wichtigsten Sicherheitsbestimmungen für gentechnische Experimente auflisten; zu ethischen Fragen in Zusammenhang mit dem Einsatz der Gentechnik kritisch Stellung nehmen.

Zellbiologie:

Die Studierenden können eine sichere und strukturierte Kenntnis der behandelten Inhalte der Zellbiologie durch Lösen einschlägiger Aufgaben demonstrieren; die wichtigsten Fachbegriffe definieren; sie in den richtigen Kontext stellen; die besonderen Merkmale der Bakterien auflisten; den Aufbau einer Bakterienzelle, die Funktion der bakteriellen Zellbestandteile und die Stoffwechsellleistungen der Bakterien beschreiben; den Aufbau und die Funktionsweise einer eukaryotischen Zelle darstellen.

Inhalte

Genetik:

- Mendelsche Genetik und Weiterentwicklung, Populationsgenetik
- Chromosomen, Chromatin, Mitose, Meiose
- DNA- und Genomstruktur, Replikation und Rekombination von DNA,
- Mutagenese und DNA-Reparatur,
- Genregulation und Genexpression in Pro- und Eukaryoten
- Entwicklungsgenetik
- Gentechnologie und Gentransfer

Zellbiologie:

- Kriterien des Lebens; Biochemie/Biomoleküle; Methoden zellbiologischer Forschung
- Grundlagen zu Bau und Funktionen prokaryotischer und eukaryotischer Zellen
- Struktur und Funktion von biologischen Membranen und Zellorganellen
- zelluläre Bewegungsmechanismen, Zellzyklus, Mitose, Meiose, Genexpression,
- Proteinbiosynthese, Endosymbiontentheorie, Mitochondrien, Chloroplasten

Verwendbarkeit

Studienvoraussetzung bei Schwerpunktfach Biologie

Turnus der Veranstaltungen

Das Modul wird jährlich angeboten

Modulverantwortliche

Dr. Thomas Löffler

Sonstige Informationen

Die genannten Inhalte werden zu Beginn des Studiums von Studierenden mit Schwerpunktfach Biologie vorausgesetzt.

Modul: Voraussetzung für Schwerpunktfach Mathematik					
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Lineare Algebra und Geometrie II					
- Vorlesung	4 SWS / 42 h	138 h	P	Klausur (120min)	6 LP
- Übung	2 SWS / 21 h	69 h			3 LP
Qualifikationsziele					
Sicherer Umgang mit den Grundstrukturen der elementaren Algebra (Gruppen, Ringe, Körper) im Kontext der Geometrie und Linearen Algebra. Vertrautheit mit abstrakten Konstruktionen in der Linearen Algebra und Kenntnis der Grundprobleme dieses Gebiets. Erlernen der theoretischen und praktischen Bedeutung von Eigenwerten und Diagonalisierbarkeit und Erkennen des Zusammenhangs mit der Hauptachsentransformation von Kegelschnitten und allgemeineren Quadriken.					
Inhalte					
- Eigenwerte und Diagonalisierbarkeit, Jordansche Normalform, Satz von Cayley-Hamilton;					
- Euklidische und Hermitesche Vektorräume, Gram-Schmidt Orthogonalisierung, orthogonale, unitäre und normale Abbildungen und Matrizen;					
- Vektorräume über allgemeinen Körpern, direkte Summe, Faktorraum, Dualraum und Tensorprodukt;					

- Quadriken und quadratische Formen.
Verwendbarkeit Studienvoraussetzung bei Schwerpunktfach Mathematik
Turnus der Veranstaltungen Das Modul wird jährlich angeboten
Modulverantwortliche Studiengangsbeauftragter der Mathematik
Sonstige Informationen Die genannten Inhalte werden zu Beginn des Studiums von Studierenden mit Schwerpunktfach Mathematik vorausgesetzt.

Modul: Voraussetzung für Schwerpunktfach Physik					
Veranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Verpfg.-grad	Studienleistung	Kreditpunkte
Mathematische Rechenmethoden 1 - Vorlesung - Übung	2 SWS / 21 h 1 SWS / 10,5 h	69 h 34,5 h	P	Klausur (120min)	2 LP 1 LP
Mathematische Rechenmethoden 2 - Vorlesung - Übung	2 SWS / 21 h 1 SWS / 10,5 h	39 h 19,5 h	P	aktive Teilnahme an den Übungen	2 LP 1 LP
Theoretische Physik 1 - Vorlesung - Übung	3 SWS / 31,5 h 1 SWS / 10,5 h	39 h 19,5 h	WP	aktive Teilnahme an den Übungen	4 LP 2 LP
Grundpraktikum	4 SWS / 42 h	88,5 h	WP		6 LP
Qualifikationsziele					
<p>Mathematische Rechenmethoden 1: Ziel der Veranstaltung ist, die in der gymnasialen Oberstufe erworbenen mathematischen Kenntnisse aufzufrischen und soweit notwendig zu ergänzen, um allen Studienanfängern einen erfolgreichen Einstieg in das Physikstudium zu ermöglichen. Der Stoff der Vorlesung ist das "mathematische Handwerkszeug" für die Anfängervorlesungen in Experimentalphysik und Theoretischer Physik. Strenge Beweise werden deshalb im Allgemeinen nicht geführt, solche Beweise bleiben den regulären Mathematikvorlesungen vorbehalten. Das Hauptgewicht dieser Vorlesung liegt auf der Lösung konkreter Fragestellungen und auf der damit verbundenen Einübung der Rechentechniken.</p> <p>Mathematische Rechenmethoden 2: Ziel der Lehrveranstaltung ist, aufbauend auf "Mathematische Rechenmethoden 1" und parallel zu den Vorlesungen "Theoretische Physik 1" und "Experimentalphysik 2" den Studierenden die im zweiten Semester benötigten Rechentechniken beizubringen. Strenge Beweise werden im Allgemeinen nicht geführt, solche Beweise bleiben den regulären Mathematikvorlesungen vorbehalten. Das Hauptgewicht dieser Vorlesung liegt auf der Lösung konkreter Fragestellungen und auf der damit verbundenen Einübung der Rechentechniken.</p> <p>Theoretische Physik 1: - Studierende mit der Denkart der Theoretischen Physik (d.h. mit der Struktur einer Theorie) vertraut zu machen, - so früh wie möglich mit modernen theoretischen Ideen in Kontakt zu bringen und - in der Übung intensiv und eigenständig Probleme lösen zu lassen, damit sie auch die Methoden der Theoretischen Physik kennen und beherrschen lernen. Hierbei sollten die Studierenden insbesondere auch numerische Methoden kennen lernen.</p>					

Das Ziel dieser ersten Theorievorlesung ist außerdem, sowohl die Grundlagen der Elektrodynamik als auch kinematische Aspekte der Speziellen Relativitätstheorie in kohärenter Weise und komplementär zur Experimentalphysik 1 und 2 - Vorlesung darzustellen.

Grundpraktikum:

Die Studierenden sollen Grundlagen des experimentellen Arbeitens in allen Bereichen der Physik erlernen. Dies wird im selbständigem Aufbau und der Durchführung von einfachen Versuchen in Kleingruppen unter Betreuung von erfahrenen Assistenten eingeübt. Führen eines Protokollheftes, Datenanalyse und Fehlerrechnung sind von besonderer Bedeutung. Dabei werden konventionelle Techniken sowie auch Computer-Auswertungsverfahren angewendet. Die jedem einzelnen Experiment zugrunde liegenden Hintergründe und Effekte müssen verstanden und dargestellt werden können. Einsatz und Genauigkeit von Messgeräten und Messdatenerfassungssystemen werden erlernt.

Inhalte

Mathematische Rechenmethoden 1:

Einführung: Struktur von Raum und Zeit, Vektoren, Vektorräume, Skalarprodukt, Vektor- und Spatprodukt; Reelwertige Funktionen; Komplexwertige Funktionen; Mehrdimensionale Integration; Differentialgleichungen.

Mathematische Rechenmethoden 2:

Vektoranalysis II: Integrale über Vektorfelder, Integralsätze, Elementare Anwendungen; Deltafunktion; Partielle Differentialgleichungen: Poisson-Gleichung, Diffusionsgleichung, Wellengleichung; Orthogonale Funktionen.

Theoretische Physik 1:

- Newton'sche Mechanik: Postulate der Newton'schen Mechanik, abgeschlossene mechanische Systeme (Systeme mehrerer Teilchen, Erhaltungssätze, Galilei-Transformationen, Zweiteilchensysteme mit Zentralkraft, Streuung, Wirkungsquerschnitt, kleine Schwingungen), Teilsysteme (Bewegungsgleichungen für Impuls, Drehimpuls, Energie; Beispiele; Zwangsbedingungen, Reibungskräfte, Lorentz-Kraft), Nicht-Inertialsysteme

- Elektrodynamik: Maxwell-Gleichungen "im Vakuum" und "im Medium", Elektro- und Magnetostatik, Elektromagnetische Wellen, Elektromagnetische Potentiale, Verletzung der Galilei-Kovarianz.

- Spezielle Relativitätstheorie: Postulate und Konsequenzen, Abstand und Eigenzeit, 4-Schreibweise, Lorentz-Transformationen und 4-Vektoren, Masse und Energie.

Grundpraktikum:

- Messprozess: Datenanalyse, Fehlerrechnung, Statistik

- Mechanik: Translation und Rotation, Schwingungen und Wellen,

- Thermodynamik: Kalorimetrie, Gasgesetze, Wärmekraftmaschine

Verwendbarkeit

Studienvoraussetzung bei Schwerpunktfach Physik

Turnus der Veranstaltungen

Das Modul wird jährlich angeboten

Modulverantwortliche

Prof. Dr. Peter van Dongen

Sonstige Informationen

Die genannten Inhalte werden zu Beginn des Studiums von Studierenden mit Schwerpunktfach Physik vorausgesetzt.