

UniReport



Goethe-Universität | Frankfurt am Main

Satzungen und Ordnungen

Ordnung für den Masterstudiengang Computational Science der Johann Wolfgang Goethe-Universität vom 22.06.2011

Genehmigt durch das Präsidium der Johann Wolfgang Goethe-Universität am 02.08.2011.

Gliederung

Abschnitt I: Allgemeines

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Zweck der Masterprüfung
- § 3 Akademische Grade
- § 4 Regelstudienzeit

Abschnitt II: Ziele des Studiengangs, Studienbeginn und Zugangsvoraussetzungen zum Studium

- § 5 Ziele des Studiengangs
- § 6 „Soft Skills
- § 7 Berufliche Perspektiven
- § 8 Studienbeginn
- § 9 Zulassung zum Masterstudiengang

Abschnitt III: Studienstruktur und –organisation

- § 10 Studien- und Prüfungsaufbau; Module und Credit Points
- § 11 Lehr- und Lernformen, Zugang zu Modulen, Lehrveranstaltungen mit begrenzter Teilnehmerzahl
- § 12 Sprache
- § 13 Studienberatung; Orientierungsveranstaltung; Vorlesungsverzeichnis
- § 14 Akademische Leitung und Modulkoordination

Abschnitt IV: Prüfungsorganisation

- § 15 Prüfungsausschuss; Prüfungsamt
- § 16 Prüfungsbefugnis; Beisitz bei mündlichen Prüfungen

Abschnitt V: Prüfungsvoraussetzungen und –verfahren

- § 17 Meldung und Zulassung zur Masterprüfung
- § 18 Prüfungstermine, Meldefristen und Meldeverfahren für die Modulprüfungen
- § 19 Versäumnis und Rücktritt
- § 20 Studien- und Prüfungsleistungen bei Krankheiten und Behinderungen
- § 21 Täuschung und Ordnungsverstoß
- § 22 Anrechnung von Modulen und Leistungsnachweisen

Abschnitt VI: Durchführung der Modulprüfungen

- § 23 Modulprüfungen
- § 24 Mündliche Prüfungsleistungen
- § 25 Klausuren und Hausarbeiten
- § 27 Masterarbeit

Abschnitt VII: Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten, Gesamtnote

- § 28 Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Modulnoten
- § 29 Bestehen und Nichtbestehen; Notenbekanntgabe
- § 30 Gesamtnote der Masterprüfung

Abschnitt VIII: Wiederholung, Freiversuch sowie Befristung von Prüfungen, Nichtbestehen der Gesamtprüfung

- § 31 Wiederholung von Prüfungen
- § 32 Freiversuch
- § 33 Befristung der Prüfungen
- § 34 Endgültiges Nichtbestehen

Abschnitt IX: Prüfungszeugnis, Urkunde und Diploma-Supplement

- § 35 Prüfungszeugnis
- § 36 Masterurkunde
- § 37 Diploma-Supplement

Abschnitt X: Ungültigkeit der Masterprüfung, Prüfungsakten, Einsprüche und Widersprüche, Prüfungsgebühren

- § 38 Ungültigkeit von Prüfungen, Behebung von Prüfungsmängeln
- § 39 Prüfungsgebühren
- § 40 Einsicht in die Prüfungsunterlagen
- § 41 Einsprüche und Widersprüche gegen das Prüfungsverfahren und gegen Prüfungsentscheidungen

Abschnitt XI: Schlussbestimmungen

- § 42 In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen

Anhang 1: Pflichtmodule

Anhang 2: Vertiefungsfächer und Wahlpflichtmodule

Abkürzungsverzeichnis

CP	<i>Credit Points</i>
ECTS	<i>European Credit Transfer System</i>
GVBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen
HHG	„Hessisches Hochschulgesetz in der Fassung vom 14. Dezember 2009 (GVBl. I, S. 666)“
HimmaVO	„Hessische Immatrikulationsverordnung vom 24. Februar 2010 (GVBl. I, S. 94)“

Abschnitt I: Allgemeines

§ 1 Geltungsbereich

(1) Diese vom Fachbereich Physik der J.W. Goethe-Universität gemäß § 44 Abs.1 Nr.1 HHG am 22.06.2011 beschlossene Ordnung regelt unter Berücksichtigung des European Credit Transfer Systems die Gestaltung des Studienverlaufs und beschreibt die Ziele und Inhalte sowie den Aufbau des Masterstudiengangs *Computational Science*. Sie nennt sämtliche zur Erreichung des Masterabschlusses erforderlichen Studien- und Prüfungsleistungen.

(2) Für diejenigen Bestandteile des Masterstudiengangs, d.h. diejenigen Module gemäß 0 Abs.4, die nicht vom Fachbereich Physik angeboten werden, gelten die Prüfungsverfahrensregelungen, d.h. die Melderegungen, die Regelungen zu Prüfungsperioden und die Wiederholungsregelungen, der jeweiligen Ordnungen des die Module anbietenden Fachbereichs der J.W. Goethe-Universität in der jeweils gültigen Fassung. Wird die Aktenführung der Studien- und Prüfungsleistungen von Veranstaltungen und Modulen anderer Fachbereiche nicht im Prüfungsamt des Fachbereiches Physik durchgeführt, dann hat der oder die Studierende die erforderlichen Nachweise vorzulegen.

§ 2 Zweck der Masterprüfung

(1) Die Masterprüfung bildet einen weiteren berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums der Geowissenschaften, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Meteorologie oder (Bio)Physik. Der Studiengang baut konsekutiv auf dem Bachelorstudium in einer dieser Disziplinen auf.

(2) Die Masterprüfung erfolgt kumulativ. Sie besteht aus einer Reihe von Modulprüfungen und einer Masterarbeit.

(3) Durch die kumulative Masterprüfung soll festgestellt werden, ob die oder der Studierende die vertieften Fachkenntnisse erworben hat, die ihn oder sie befähigen, nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu arbeiten und wissenschaftliche Erkenntnisse anzuwenden.

(4) Nach erfolgreichem Abschluss des Masterstudiums besteht die Möglichkeit zur Promotion. Für besonders geeignete Bachelorabsolventen ist ein Einstieg in die Promotion auch ohne Masterabschluss möglich. Näheres regelt die Promotionsordnung.

§ 3 Akademische Grade

Nach bestandener Masterprüfung verleiht der Fachbereich Physik der Johann Wolfgang Goethe-Universität den akademischen Grad „Master of Science“ in *Computational Science*, abgekürzt: M.Sc.

§ 4 Regelstudienzeit

Die Regelstudienzeit bis zum Masterabschluss beträgt vier Semester. Die Fachbereiche Physik, Informatik und Mathematik sowie Geowissenschaften/Geographie garantieren auf der Grundlage dieser Ordnung ein Lehrangebot, das es Studierenden ermöglicht, die Regelstudienzeit einzuhalten.

Abschnitt II: Ziele des Studiengangs, Studienbeginn und Zugangsvoraussetzungen zum Studium

§ 5 Ziele des Studiengangs

(1) Für Forschung und Entwicklung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich, aber auch für die Finanzmathematik, spielt die Bewältigung komplexer numerischer Aufgaben eine zunehmend wichtigere Rolle. Dazu sind, neben der Verfügbarkeit von leistungsfähigen Rechenanlagen, in aller Regel Kenntnisse und Fertigkeiten aus verschiedenen Disziplinen gefordert: Für sich allein genommen reichen weder die Beherrschung des jeweiligen fachlichen Kontextes, noch die der involvierten Mathematik oder die von effizienten Programmier-Techniken aus. Erst das optimale Zusammenwirken dieser Komponenten erlaubt die Bearbeitung vieler wissenschaftlich-technischer und finanzmathematischer Problemstellungen. *Computational Science* ist daher im gegenwärtigen Rahmen als die Kombination von mathematischer Modellbildung in einem naturwissenschaftlich-technischen oder finanzmathematischen Rahmen mit der computergestützten Simulation des Modells zu verstehen. Daher wird auf die Vermittlung der Konzepte und Modelle, die wissenschaftlichem Rechnen vorangehen bzw. dieses erst möglich machen, ebenso viel Wert gelegt wie auf die von Kernkompetenzen in numerischer Mathematik und Informatik.

(2) Ziel des Masterstudiengangs *Computational Science* ist es in erster Linie, Studierenden die Kompetenz für eine in hohem Maße computergestützte Forschungs- oder Entwicklungstätigkeit zu vermitteln. Aufbauend auf dem gemeinsamen Fundus an mathematisch-methodischem Wissen in den Grundausbildungen aller beteiligten Disziplinen sowie der fachspezifischen Ausbildung im Rahmen des Bachelorstudiums führt der Masterstudiengang sowohl in fachlicher als auch in methodischer Hinsicht an den aktuellen Stand der Forschung heran. Der Masterstudiengang *Computational Science* stärkt durch seinen interdisziplinären Charakter Forschung und Entwicklung an den Randgebieten der traditionellen Fächer und trägt gleichzeitig den beachtlichen Gemeinsamkeiten in der Ausbildung von theoretisch arbeitenden Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftlerinnen, angewandten Mathematikern und Mathematikerinnen sowie Informatikern und Informatikerinnen Rechnung.

(3) Der Studiengang richtet sich insbesondere an Studierende, die sich im Anschluss an einen Bachelor in ihrem jeweiligen Fach auf ein Promotionsstudium in den Naturwissenschaften (einschließlich der *Life Sciences*) oder den Fächern Wissenschaftliches Rechnen und Finanzmathematik vorbereiten wollen. Der Studiengang zielt auf hochqualifizierte in- und ausländische Bachelorabsolventinnen und Bachelorabsolventen ab und entwickelt auch die Basis für ein Promotionsstudium an der *Goethe Graduate Academy*.

(4) Im Masterstudiengang *Computational Science* werden Kenntnisse und Fertigkeiten vermittelt, die seine Absolventinnen und Absolventen zu einer beruflichen Tätigkeit beispielsweise als theoretische Geowissenschaftler/innen, Neurowissenschaftler/innen oder Physiker/innen bzw. angewandte Mathematiker/innen oder Informatiker/innen in einem fachlich wie personell heterogenen Umfeld befähigen. Das Studium ermöglicht das wissenschaftliche Arbeiten insbesondere auf allen Feldern, in denen komplexe mathematische Modelle zur Simulation realer Strukturen oder Abläufe in Natur, Technik oder Gesellschaft eingesetzt werden. Durch den Studiengang wird die Befähigung erworben, im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens selbstständig und verantwortlich beruflich tätig zu werden: Der Master in *Computational Science* ist nach selbstständiger Einarbeitung in der Lage, zur naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklung auf seinem jeweiligen Fachgebiet beizutragen und den sich wandelnden Anforderungen von Beruf und Gesellschaft auch im internationalen Rahmen gerecht zu werden.

Der Studiengang *Computational Science* zielt auf ein aktuelles Berufsfeld von zunehmender Bedeutung und bereitet mit einer geeigneten Kombination fachübergreifender Lehrinhalte auf dieses Berufsfeld vor.

- Der Studiengang ergänzt auf der einen Seite die grundlagenorientierte und breit angelegte Ausbildung von naturwissenschaftlichen Bachelorabsolventen im Rahmen des vorangegangenen Bachelorstudiums, indem er die Studierenden über eine Schritt für Schritt zunehmende fachliche Spezialisierung an den aktuellen Stand der jeweiligen Wissenschaft heranführt. Er leistet diesbezüglich grundsätzlich die gleiche Fachausbildung wie ein entsprechendes Masterstudium in einem der beteiligten naturwissenschaftlichen Fächer, allerdings beschränkt auf den theoretischen Zweig. Auf der anderen Seite vermittelt der Studiengang in strukturierter Weise ausgewähltes Grundlagenwissen der numerischen Mathematik und Informatik und vertieft dieses speziell auf den Gebieten, die in Naturwissenschaft und Technik von besonderem Interesse sind. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die numerische Simulation mathematischer Modelle den Alltag von theoretisch arbeitenden Naturwissenschaftlern in Forschung und Praxis weitgehend dominiert. Dementsprechend wendet sich der Studiengang zum einen an Naturwissenschaftler, die sich für eine anschließende Tätigkeit im Rahmen ihres Herkunftsfaches das moderne und häufig unverzichtbare Handwerkszeug des *Scientific Computing* aneignen wollen.
- Auf der anderen Seite erlaubt der Studiengang Bachelorabsolventen und –absolventinnen aller Herkunftsfächer, insbesondere aber solchen der Mathematik und Informatik, eine ausgeprägte Fokussierung auf den Bereich Wissenschaftliches Rechnen, Algorithmenentwicklung und Hochleistungsrechnen. Dabei ist neben der reinen Methodenentwicklung auch die Bearbeitung eher angewandter Themen aus dem Bereich Finanzmathematik möglich. Der Studiengang bietet Bachelorabsolventen und –absolventinnen der Mathematik und Informatik gleichzeitig die Möglichkeit, sich tiefer in ein naturwissenschaftliches Fach einzuarbeiten und sich damit fachspezifische Kenntnisse in einem zusätzlichen potentiellen Berufsfeld zu erarbeiten.
- Durch die relativ breite methodische Ausbildung in numerischer Mathematik und Informatik sowie das interdisziplinäre Curriculum wird in jedem Fall ein hohes Maß an Flexibilität bei der Einsatzfähigkeit der Absolventinnen und Absolventen sichergestellt. Der Master in *Computational Science* ist ein Generalist, was ihm den Quereinstieg in fachferne Berufsfelder erlaubt. Er hat erlernt, sich in kurzer Zeit zielsicher in ganz unterschiedliche Gebiete einzuarbeiten. Der Studiengang wendet sich daher auch an Personen, die primär eine methodische Ausbildung suchen, um sie anschließend in einem nicht-naturwissenschaftlich-technischen oder mathematisch-informatischen Umfeld zum Einsatz zu bringen.
- Der modulare Aufbau ermöglicht es außerdem, einzelne Studienabschnitte im Rahmen von Weiterbildungsangeboten zu nutzen.

(5) Der Studiengang wird partiell in englischer Sprache durchgeführt. Das englischsprachige Angebot erlaubt es Studierenden, ausgewählte Varianten des Studiengangs auch ohne Kenntnis der deutschen Sprache zu absolvieren. Der Studiengang wendet sich daher auch an internationale Studierende.

§ 6 „Soft Skills“

Der Masterstudiengang *Computational Science* vermittelt den Studierenden nicht nur fachwissenschaftliche Kenntnisse sondern auch Fähigkeiten, die für die heutige Berufswelt wichtig sind:

Teamarbeit: In allen Praktika, aber auch den meisten Übungen werden die Aufgabenstellungen jeweils von zwei Studierenden gemeinsam bearbeitet. Die Masterarbeiten werden in der Regel in einem Team aus Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen durchgeführt. Kooperation und Kommunikation – oft auch über Landesgrenzen hinweg – sind dabei unerlässlich.

Präsentation: In vielen Übungen, Seminaren und Praktika müssen die Studierenden die erarbeiteten wissenschaftlichen Inhalte vor einem Publikum darstellen und vertreten. Die wissenschaftlichen Resultate der Masterarbeiten werden häufig auf nationalen und internationalen Konferenzen vorgetragen bzw. in Form von Postern präsentiert. Das Ausarbeiten von multimedialen Präsentationen gehört ebenfalls zu der Ausbildung der Studierenden.

Projektbetreuung: Zur Erstellung der Masterarbeit arbeiten die Studierenden in Forschungsprojekten mit, die häufig über eingeworbene Drittmittel (DFG, EU, BMBF, Industrie) finanziert werden. Im Verlaufe der Vorbereitung und Durchführung der Masterarbeit erlernen die Studierenden die gesamte Handhabung solcher Forschungsprojekte, angefangen mit der Konkretisierung der Projektidee und der Abschätzung des Bearbeitungsaufwands als Basis der Antragstellung bis hin zur Abfassung eines Abschlussberichts. Auch eine adäquate Verwendung der verfügbaren Ressourcen, wie Forschungsgelder, Rechen- und Arbeitszeit, wird in diesem Rahmen eingeübt.

Fachübergreifende Sprachkompetenz: Durch ihre fachübergreifende Ausbildung verfügen die Absolventinnen und Absolventen über ein breites Portfolio wissenschaftlicher Terminologien und können damit insbesondere auch in interdisziplinären Forschungsgruppen schnell fachliche Kompetenz entwickeln.

§ 7 Berufliche Perspektiven

Für Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs *Computational Science* eröffnen sich vielfältige Berufsperspektiven in einer ganzen Reihe unterschiedlicher Wirtschaftszweige. Die Absolventinnen und Absolventen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund bringen zum einen vertiefte Kenntnisse in ihrem jeweiligen Spezialfach mit, die in den methodisch orientierten Disziplinen Mathematik und Informatik nicht oder nur in geringem Umfang angesprochen werden. Gleichzeitig verfügen diese Absolventinnen und Absolventen über eine breitere Methodenausbildung als die Absolventinnen und Absolventen traditioneller naturwissenschaftlicher Studiengänge. Auf der anderen Seite machen die Absolventinnen und Absolventen mit mathematisch-informatischem Hintergrund in Ihren Masterprojekten einen viel intensiveren Kontakt mit Anwendungsproblemen als in einem üblichen Masterstudiengang dieser Fächer. Die resultierende Breite erhöht nicht zuletzt die Flexibilität der Absolventinnen und Absolventen in der Auswahl ihrer Betätigungsfelder. Im Folgenden werden einige exemplarische Beispiele für diese Arbeitsfelder genannt:

Chemische und pharmazeutische Industrie: Die Synthese neuartiger Materialien und insbesondere pharmazeutischer Wirkstoffe (*drug design*) beginnt immer häufiger mit umfangreichen Computersimulationen, um die für die Zielsetzung geeigneten Klassen von Verbindungen zu identifizieren. Verglichen mit experimentellen Studien führt die Simulation von Verbindungen und chemischen Prozessen zu einer Reduktion des finanziellen Aufwands, was wesentlich ausgiebigere Studien erlaubt.

Flugzeug- und Fahrzeugbau: Einer der aufwändigsten und kostenträchtigsten Schritte bei der Entwicklung neuer Fahr- oder Flugzeuge ist die Untersuchung ihrer Aerodynamik und ihrer elastischen Eigenschaften. Mittlerweile werden an vielen Stellen dafür Simulationsprogramme eingesetzt.

Genforschung: Die Analyse des menschlichen Genoms ist ein herausragendes Beispiel für die massiv computergestützte Forschung im privatwirtschaftlichen Sektor. Es ist zu erwarten, dass der Bedarf an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in diesem Bereich in den kommenden Jahren noch ansteigt.

Grundlagenforschung: In der Grundlagenforschung kommen Computersimulationen und numerische Modellierungen nicht nur in den offensichtlichen, im Studiengang vertretenen Bereichen der theoretischen (Bio)Physik, Hirnforschung, Geowissenschaften und Finanzmathematik zur Anwendung, sondern werden zum Beispiel auch zum Design komplexer Experimentaufbauten benötigt. Besonders qualifizierten Absolventinnen und Absolventen wird nach dem Masterstudium im Rahmen einer Promotion Gelegenheit zur grundlagenorientierten Forschung gegeben.

Versicherungswirtschaft, Banken, Investmentbanking: Sowohl im Bereich der Versicherungswirtschaft als auch in Banken spielt die computergestützte Auswertung finanzmathematischer Modelle eine zunehmende Rolle. Dabei steht in beiden Fällen die Simulation stochastischer Prozesse im Vordergrund, etwa zur Abschätzung von Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten, bei der Erstellung von Risikoprofilen für Depots oder der Bewertung des *Fair Value* von Derivaten und entsprechender Absicherungsstrategien durch geeignete Gegengeschäfte. Die numerischen Methoden, die dabei zur Anwendung kommen, sind exakt die gleichen, die auch im naturwissenschaftlichen Forschungskontext benötigt werden.

Rückversicherungswirtschaft, öffentliche Verwaltung: Für die Rückversicherungswirtschaft, aber auch auf der politischen Ebene, spielt die Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Katastrophen und deren Konsequenzen eine zunehmende Rolle. Das Gleiche gilt für die Klimaentwicklung. In beiden Fällen kommt *Computational Science* zum Einsatz.

Wetterdienst: Eine anspruchsvolle und aktuelle Aufgabe im Bereich Computersimulation ist die Vorhersage der mittel- bis langfristigen Wetterentwicklung, die Prognosezeiten von circa 4 bis 12 Tagen umfasst. Die Absolventinnen und Absolventen

ten des Studiengangs *Computational Science* können auch die erforderlichen Kenntnisse für eine berufliche Tätigkeit auf dem Gebiet der numerischen Wettervorhersage erwerben, und zwar sowohl großskalige als auch mesoskalige Phänomene betreffend.

Was die Absolventen von *Computational Science* für derartige Tätigkeiten qualifiziert, ist neben reinen Fachkenntnissen und dem ausgeprägten Verständnis komplexer technischer wie organisatorischer Zusammenhänge insbesondere das durch den Umgang mit den Fakten und Methoden einer „strengen Wissenschaft“ geschulte, weitgehend an sachlichen Erfordernissen orientierte Urteilsvermögen.

Hierbei ist im Besonderen auch an ein fundiertes Urteil über die Konsequenzen und Gesellschaftsverträglichkeit naturwissenschaftlich-technischer Innovationen zu denken. Die Entwicklung eines solchen Urteilsvermögens ist wichtiges didaktisches Ziel des Masterstudiums. Die konsequente Verfolgung der wissenschaftsorientierten Studienziele im Zusammenhang mit einer bewussten Auswahl der verschiedenen möglichen Wahlpflichtmodule sollte zum Erwerb dieser Fähigkeiten beitragen.

§ 8 Studienbeginn

Das Studium kann nur zum Wintersemester aufgenommen werden. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.

§ 9 Zulassung zum Masterstudiengang

(1) Zum Masterstudiengang kann nur zugelassen werden, wer

- die Bachelorprüfung in einem der Fächer Chemie, Geowissenschaften, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Meteorologie, Neurowissenschaften oder (Bio)Physik mit einer Regelstudienzeit von mindestens sechs Semestern bestanden hat oder
- einen mindestens gleichwertigen Abschluss einer deutschen Universität oder einer deutschen Fachhochschule mit einer Regelstudienzeit von mindestens sechs Semestern besitzt oder
- einen mindestens gleichwertigen ausländischen Abschluss in gleicher oder verwandter Fachrichtung mit einer Regelstudienzeit von mindestens sechs Semestern besitzt.

Im Fall von Abschlüssen, die an einer anerkannten ausländischen Hochschule erworben wurden, sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaftsverträgen zu beachten. Soweit Äquivalenzvereinbarungen nicht vorliegen, entscheidet der Prüfungsausschuss. Bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit ist die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen zu hören.

Weitere Zugangsvoraussetzungen für den Masterstudiengang *Computational Science* sind:

- a) der Nachweis des erfolgreichen Abschlusses von Mathematik-Modulen zu den Themen Analysis, lineare Algebra sowie gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen im Umfang von mindestens 18 *Credit Points* (CP – vergleiche 0) entsprechend dem *European Credit Transfer System* (ECTS).

Darüber hinausgehende, vertiefte Kenntnisse in Mathematik sind für den Besuch vieler Lehrveranstaltungen des Masterprogramms erforderlich. Es wird davon ausgegangen, dass Studienbewerberinnen und Studienbewerber sich diese Kenntnisse auf der Basis der für die einzelnen Veranstaltungen im Modulhandbuch ausgewiesenen Anforderungen selbstständig vorab aneignen, sofern dies nicht bereits im vorangegangenen Bachelorstudium erfolgt ist.

- b) der Nachweis des erfolgreichen Abschlusses von Mathematik-Modulen zum Thema Einführung in die numerische Mathematik. Deren Umfang muss entweder mindestens 8 CP betragen oder es müssen in diesen Modulen mindestens folgende Themen abgedeckt werden:
 - Rechnen mit Gleitkommazahlen, Rundungsfehler
 - Interpolation mit Polynomen und Splines

- Quadratur
 - Lösen linearer Gleichungssysteme: LU- und QR-Zerlegungen, Kondition, Ausgleichsprobleme
 - Lösen nichtlinearer Gleichungen, Newton-Verfahren
- c) der Nachweis des erfolgreichen Abschlusses von Modulen zum Thema Grundlagen des objekt-orientierten Programmierens.
- d) Kenntnisse der Grundlagen von Datenstrukturen und Algorithmen sowie Fertigkeiten im Umgang mit Unix-basierten Betriebssystemen.

Diese Kenntnisse müssen nicht nachgewiesen werden. Es wird davon ausgegangen, dass Studienbewerberinnen und Studienbewerber sich diese Kenntnisse vorab entweder selbstständig oder durch Besuch von Lehrveranstaltungen außerhalb des Masterstudiengangs *Computational Science* aneignen, sofern dies nicht bereits im vorangegangenen Bachelorstudium erfolgt ist.

- e) je nach der von dem Bewerber oder der Bewerberin bei der Bewerbung verbindlich gewählten Vertiefungsrichtung von *Computational Science* vertiefte Kenntnisse in der zugehörigen Disziplin. Die detaillierten Anforderungen für das jeweilige Vertiefungsfach sind im Modulhandbuch ausgewiesen.

Diese Kenntnisse müssen nicht im Einzelnen nachgewiesen werden. Es wird davon ausgegangen, dass Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die ein bestimmtes Vertiefungsfach wählen, diese Kenntnisse im vorangegangenen Bachelorstudium erworben haben. Es ist in der Regel jedoch nachzuweisen, dass in dem dem gewählten Vertiefungsfach zugrunde liegenden Fachgebiet im weiteren Sinne (d.h. den Geowissenschaften, der Informatik, der Mathematik, den Neurowissenschaften oder der Physik) im Rahmen des vorangegangenen Studiums mindestens 12 CP erworben wurden, wobei die unter a) und b) verwendeten Module nicht mitzurechnen sind.

- f) im Fall von Studienbewerberinnen und Studienbewerbern, die weder deutsche noch englische Muttersprachler sind:
- (i) entweder der Nachweis ausreichender Englischkenntnisse mittels des TOEFL oder des IELTS. Im Fall des TOEFL-Tests wird ein *score* von mindestens 80 (ibt), 213 (cbt) bzw. 550 (pbt) als ausreichend betrachtet, im Fall des IELTS wird ein *score* von mindestens 6.5 erwartet. Der Test darf nicht länger als zwei Jahre zurückliegen.
 - (ii) oder der Nachweis ausreichender Deutschkenntnisse mittels des DSH entsprechend der „Ordnung der Johann Wolfgang Goethe-Universität über die Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang“ in ihrer jeweils gültigen Fassung. In diesem Fall wird mindestens das Ergebnis DSH-2 erwartet.

Für alle Studienbewerberinnen und Studienbewerbern: Grundkenntnisse der englischen Sprache. Ein Nachweis dieser Grundkenntnisse ist jedoch nicht nötig.

Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.

(2) Um diesen anspruchsvollen und komplexen Zulassungsvoraussetzungen Rechnung zu tragen, wird im Rahmen des Zulassungsverfahrens nach Abs.3 eine verpflichtende Studienberatung vorgesehen.

(3) Der Prüfungsausschuss (0) führt ein Zulassungsverfahren unter den Studienbewerberinnen und Studienbewerbern auf der Basis ihrer Leistungen im vorangegangenen Bachelorstudium durch. Er kann hierzu Richtlinien erlassen. Der Prüfungsausschuss entscheidet über die Zulassung zum Masterstudiengang. Seine Entscheidung beruht dabei auf folgenden Kriterien:

- der Gesamtnote des ersten berufsqualifizierenden Abschlusses (in der Regel der Bachelorabschluss) – sie geht mit 60% Gewicht in die Beurteilung ein
- der Durchschnittsnote in den gemäß Abs.1 Punkt a),b) nachgewiesenen Mathematik-Modulen, wobei bei der Bildung des Durchschnitts die Einzelnoten mit den jeweiligen CP gewichtet werden – sie geht mit 20% Gewicht ein

- der Durchschnittsnote in denjenigen Modulen des ersten berufsqualifizierenden Abschlusses (in der Regel der Bachelorabschluss), die fachlich dem vom Studienbewerber bzw. von der Studienbewerberin gewählten Vertiefungsfach zuzurechnen sind oder dieses fachlich unmittelbar vorbereiten (die für Abs.1 Punkt a),b) nachgewiesenen Mathematik-Module bleiben dabei unberücksichtigt) – sie geht mit 20% Gewicht ein

Eine Eignung für das Masterstudium liegt vor, wenn die daraus resultierende Durchschnittsnote 2.5 („gut“) oder besser ist.

(4) Bei Studienbewerberinnen und Studienbewerbern, die sich zum Zeitpunkt der Bewerbung noch in einem Bachelorstudiengang nach Abs.1 befinden, kann der Prüfungsausschuss auf der Grundlage eines vorläufigen Notenauszugs (Transcript of Records) die vorläufige Zulassung zum Masterstudiengang *Computational Science* aussprechen, wenn mindestens 140 CP erreicht wurden und eine Empfehlung der Betreuerin oder des Betreuers der Bachelorarbeit vorliegt. Wird das Bachelorzeugnis nicht innerhalb von 12 Monaten nach der vorläufigen Zulassung dem Prüfungsausschuss vorgelegt, ist dies vom Prüfungsausschuss dem Studierendensekretariat zwecks Widerruf der vorläufigen Zulassung zum Masterstudiengang mitzuteilen.

Abschnitt III: Studienstruktur und –organisation

§ 10 Studien- und Prüfungsaufbau; Module und Credit Points

(1) Das Masterstudium ist modular aufgebaut. Ein Modul ist eine inhaltlich zusammengehörende Lehr- und Lerneinheit. Der Umfang an Semesterwochenstunden (SWS) der Module und ihre Studieninhalte sind im Modulhandbuch festgelegt.

(2) Jedes Modul wird nach Maßgabe der Modulbeschreibung im Modulhandbuch durch eine Modulprüfung oder durch eine oder mehrere Studienleistungen abgeschlossen. Eine Modulprüfung besteht in der Regel aus einer Prüfungsleistung zum Abschluss des Moduls, sie kann nach Maßgabe der Modulbeschreibung im Modulhandbuch auch aus einer Kumulation mehrerer Modulteilprüfungen bestehen.

(3) Nach erfolgreichem Abschluss eines Moduls werden unabhängig von der für das Modul erzielten Note CP auf der Basis des ECTS vergeben. CP kennzeichnen den studentischen Arbeitsaufwand für ein Modul, der in der Regel tatsächlich notwendig ist, um die jeweiligen Anforderungen zu erfüllen und das Lernziel zu erreichen. Sie umfassen neben der Teilnahme an den zu einem Modul gehörenden Lehrveranstaltungen auch die gesamte Vor- und Nachbereitung des Lehrstoffs, die Vorbereitung und Ausarbeitung eigener Beiträge, die Vorbereitung auf und die Teilnahme an Leistungskontrollen. Ein CP entspricht einem studentischen Arbeitsaufwand von 30 Stunden. Für ein Vollzeitstudium sind pro Semester im Durchschnitt 30 CP vorgesehen. Die zu vergebenden CP sind in den Anhängen 1 und 2 sowie im Modulhandbuch angegeben.

(4) Das Masterstudium umfasst die folgenden Pflichtmodule:

- Modellierung und Simulation I (8 CP)
- Modellierung und Simulation II (8 CP)
- Hochleistungsrechnerarchitektur (6 CP)
- Praktikum Hochleistungsrechnerarchitektur (6 CP)
- Informatik & Mathematik im MSc Computational Science (12 CP)
- Fachliche Spezialisierung 1 im MSc Computational Science (15 CP)
- Fachliche Spezialisierung 2 im MSc Computational Science (15 CP)

Die Module „Informatik & Mathematik im MSc Computational Science“ sowie „Fachliche Spezialisierung 1 und 2 im MSc Computational Science“ lassen dabei eine Auswahl aus einem Katalog von Wahlpflichtveranstaltungen zu, im Fall der letzteren beiden Module abhängig vom Vertiefungsfach. Die diesbezüglichen Wahloptionen sind in Anhang 1 und dem Modulhandbuch aufgeführt, wobei die Wiederholung einer bereits im Rahmen des Bachelorstudiums angerechneten Lehrveranstaltung in der Regel ausgeschlossen ist.

Falls Studierende eines oder mehrere der Pflichtmodule „Modellierung und Simulation I“, „Modellierung und Simulation II“, „Hochleistungsrechnerarchitektur“ oder „Praktikum Hochleistungsrechnerarchitektur“ bereits im vorangegangenen Bachelorstudium absolviert haben, gilt dieses Modul bzw. gelten diese Module als erbracht. In diesem Fall muss der oder

die Studierende zusätzliche CP im Umfang des erbrachten Pflichtmoduls bzw. der erbrachten Pflichtmodule entweder im Modul „Informatik & Mathematik im MSc Computational Science“ oder in den unten aufgeführten Vertiefungsfächern einbringen. Die Auswahl der Module bzw. Lehrveranstaltungen, die eingebracht werden, trifft der Prüfungsausschuss auf Vorschlag des oder der Studierenden.

Darüber hinaus müssen Wahlpflichtmodule in einem von dem bzw. der Studierenden im Rahmen der Bewerbung zu wählenden Vertiefungsfach im Umfang von mindestens 20 CP absolviert werden. Mögliche Vertiefungsfächer sind:

- Wissenschaftliches Rechnen
- Algorithmen für große Datenmengen
- Computer Engineering
- Computergestützte Finanzmathematik
- Neurowissenschaften
- Meteorologie und Klimaforschung
- Geophysik und Kristallographie
- Gittereichtheorie
- Festkörperphysik

Die Wahlpflichtmodule sind, für jedes Vertiefungsfach getrennt, aus einem Katalog frei wählbar, wobei die Wiederholung eines bereits im Rahmen des Bachelorstudiums angerechneten Moduls in der Regel ausgeschlossen ist. Wahlpflichtmodule können aus einer oder mehreren Lehrveranstaltungen bestehen. In letzterem Fall kann das Absolvieren einer Lehrveranstaltung innerhalb des Moduls entweder Pflicht oder Wahlpflicht sein. Wahlpflichtmodule sollen an die aktuelle Forschung heranführen. Die Wahlpflichtmodule für die verschiedenen Vertiefungsfächer sind in Anhang 2 und dem Modulhandbuch aufgeführt. Dabei stehen die Vertiefungsfächer

- Algorithmen für große Datenmengen
- Computer Engineering
- Neurowissenschaften
- Meteorologie und Klimaforschung
- Geophysik und Kristallographie
- Gittereichtheorie
- Festkörperphysik

allen Studierenden offen, alle anderen nur Studierenden mit Deutschkenntnissen gemäß 0 Abs.1, Bedingung f) (ii) der weiteren Zulassungsvoraussetzungen.

Studierende können im Laufe des Studiums einmal, auf Antrag an und Genehmigung durch den Prüfungsausschuss, das Vertiefungsfach wechseln. Dem Antrag auf Wechsel des Vertiefungsfachs muss stattgegeben werden, sofern der oder die Studierende die Zulassungsbedingungen gemäß 0 Abs.1 auch für das neu gewählte Vertiefungsfach erfüllt, insbesondere die Bedingung e) der weiteren Zulassungsvoraussetzungen.

Die Masterprüfung besteht zusätzlich aus der Masterarbeit, für die ein Bearbeitungszeitraum von 6 Monaten vorgesehen ist (entsprechend 30 CP).

(5) Ein im Anhang 2 nicht aufgeführtes Wahlpflichtmodul kann im Einzelfall vom Prüfungsausschuss als Wahlpflichtmodul zugelassen werden, wenn es in Umfang und in Anforderungen den nach dieser Ordnung zugelassenen Wahlpflichtmodulen vergleichbar ist. Für die Zulassung eines solchen ist rechtzeitig ein von einem Prüfenden oder einer Prüfenden dieses Bereichs festgelegter Studienplan, dem der Studiendekan oder die Studiendekanin des zuständigen Fachbereichs zugestimmt hat, vorzulegen. Dieser muss entsprechend dem Modulhandbuch die für das Wahlpflichtmodul zu erbringenden Prüfungsleistungen (und ggf. Studienleistungen) enthalten. Ein in Anhang 2 nicht aufgeführtes Wahlpflichtmodul kann nur zugelassen werden, wenn es sich inhaltlich nicht nur geringfügig von den im Anhang geregelten Wahlpflichtmodulen unter-

scheidet. Um dem Fortschritt der Wissenschaft Rechnung zu tragen, kann ein in Anhang 2 aufgeführtes Wahlpflichtmodul vom Prüfungsausschuss inhaltlich angepasst werden, soweit sein Umfang und wesentlicher Inhalt nicht berührt werden.

(6) Die Wählbarkeit von Wahlpflichtmodulen nach Abs.4 kann bei fehlender Kapazität durch Beschluss des Prüfungsausschusses eingeschränkt werden. Die Einschränkung wird den Studierenden unverzüglich durch Aushang am Prüfungsamt bekannt gegeben.

Zusätzliche Vertiefungsfächer mit zugehörigen Wahlpflichtmodulen können durch Beschluss des Prüfungsausschusses im Einvernehmen mit dem Fachbereichsrat Physik in das Curriculum aufgenommen werden. Die Wählbarkeit von unter Abs.4 aufgeführten Vertiefungsfächern kann bei fehlender Kapazität durch Beschluss des Prüfungsausschusses im Einvernehmen mit dem Fachbereichsrat Physik eingeschränkt werden. Die Einschränkung wird den Studierenden unverzüglich durch Aushang am Prüfungsamt bekannt gegeben. Dabei wird gewährleistet, dass Studierende, die das Studium eines von der Einschränkung betroffenen Vertiefungsfachs bereits aufgenommen haben, ihr Studium ordnungsgemäß abschließen können. Die Wählbarkeit von unter Abs.4 aufgeführten Vertiefungsfächern für Studierende, die keine Deutschkenntnisse gemäß 0 Abs.1, Bedingung f) (ii) der weiteren Zulassungsvoraussetzungen besitzen, kann durch Beschluss des Prüfungsausschusses im Einvernehmen mit dem Fachbereichsrat Physik eingeschränkt oder erweitert werden.

(7) Für jede Studierende und jeden Studierenden des Studiengangs wird beim Prüfungsamt ein CP-Konto eingerichtet. Im Rahmen der organisatorischen Möglichkeiten kann die oder der Studierende jederzeit in den Stand des Kontos Einblick nehmen.

(8) Es ist empfehlenswert, im Verlauf des Studiums für mindestens ein Semester an einer Universität im Ausland zu studieren. Dafür können die Verbindungen der Goethe-Universität mit ausländischen Universitäten genutzt werden, über die in den Studienfachberatungen Auskunft erteilt wird. Die Anerkennung von Studiensemestern an ausländischen Universitäten und dabei erbrachte Leistungen erfolgt nach Maßgabe von 0.

(9) Die Masterprüfung ist erfolgreich abgeschlossen, wenn in den Modulen gemäß Abs.4 einschließlich der Masterarbeit insgesamt mindestens 120 CP nachgewiesen sind.

(10) Die Studierenden haben die Möglichkeit, sich innerhalb des Studiengangs nach Maßgabe freier Plätze in weiteren als den in der Ordnung des Studiengangs vorgeschriebenen Modulen einer Prüfung oder Leistungskontrolle zu unterziehen (Zusatzmodule). Das Ergebnis der Prüfung wird bei der Bildung der Gesamtnote für Masterprüfung jedoch nicht mit einbezogen.

§ 11 Lehr- und Lernformen, Zugang zu Modulen, Lehrveranstaltungen mit begrenzter Teilnehmerzahl

(1) *Lehrveranstaltungen können in den folgenden Formen durchgeführt werden:*

- *Vorlesung:* Zusammenhängende Darstellung und Vermittlung von Grund- und Spezialwissen sowie methodische Kenntnisse durch Vortrag, gegebenenfalls in Verbindung mit Demonstrationen oder Experimenten. Die Lehrenden entwickeln und vermitteln die Lehrinhalte unter Einbeziehung der Studierenden.
- *Übung:* Durcharbeitung und Vertiefung von Lehrstoffen sowie Schulung in der Fachmethodik und Vermittlung spezieller Fertigkeiten durch Bearbeitung und Besprechung exemplarischer Aufgaben.
- *Proseminar/Seminar:* Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse oder Bearbeitung aktueller Problemstellungen mit wissenschaftlichen Methoden durch in der Regel von Studierenden vorbereitete Beiträge, Erlernen und Einüben bzw. Vertiefen von Präsentations- und Diskussionstechniken.
- *Praktikum:* Angeleitete Durchführung praktischer Aufgaben im experimentellen und apparativen Bereich und/oder Computersimulationen; Schulung in der Anwendung wissenschaftlicher Untersuchungs- und Lösungsmethoden; Vermittlung von fachtechnischen Fertigkeiten und Einsichten in Funktionsabläufe.
- *Projekt:* Erarbeitung von Konzepten sowie Realisierung von Lösungen komplexer, praxisnaher Aufgabenstellungen im Team, Vermittlung sozialer Kompetenz durch weitgehend selbstständige Bearbeitung der Aufgabe durch die Gruppe bei gleichzeitiger fachlicher und arbeitsmethodischer Anleitung.
- *Exkursion:* Vorbereitete Veranstaltung außerhalb der Hochschule.

- *Berufspraktikum*: Erfahrung berufspraktischen Arbeitens durch aktive Teilnahme, in der Regel außerhalb der Hochschule (Praxisstelle) unter Anleitung vor Ort und in der Regel mit fachlicher und methodischer Begleitung durch eine Lehrperson.

Diese Lehrformen können durch die Verwendung elektronischer Medien (E-Learning) ergänzt werden.

(2) Die Zugangsvoraussetzungen für die einzelnen Module sind im Modulhandbuch angegeben.

(3) Die Teilnahme an Lehrveranstaltungen, die im Modulhandbuch im Rahmen mehrerer Module als mögliche Wahlpflichtoptionen aufgeführt sind, ist nur im Rahmen eines Moduls nach Wahl des oder der Studierenden möglich. Studien- und Prüfungsleistungen, die für eine solche Lehrveranstaltung erbracht wurden, können nur für ein Modul angerechnet werden.

(4) Die Aufnahmekapazität für Praktika, Seminare und Masterarbeiten ist durch die personelle, räumliche und sachliche Ausstattung der anbietenden Lehreinheit begrenzt. Ist zu erwarten, dass die Zahl der teilnahmewilligen Studierenden die Anzahl der vorhandenen Arbeits- und Teilnehmerplätze übersteigt, ist durch den jeweiligen verantwortlichen Veranstaltungsleiter oder die jeweilige verantwortliche Veranstaltungsleiterin ein Anmeldeverfahren durchzuführen. Die Notwendigkeit der Anmeldung und die Anmeldefrist werden durch entsprechende Veröffentlichung in den Kommunikationsmedien (Aushang, Internet etc.) des Fachbereichs bekannt gegeben. Übersteigt die Zahl der angemeldeten Studierenden die Aufnahmekapazität der Lehrveranstaltung, prüft der Studiendekan oder die Studiendekanin auf Antrag des Lehrveranstaltungsleiters oder der Lehrveranstaltungsleiterin zunächst, ob eine zusätzliche Lehrveranstaltung oder ein Ferienkurs eingerichtet werden kann. Ist dies aus Kapazitätsgründen nicht möglich, ist es zur Gewährleistung der ordnungsgemäßen Durchführung der Lehrveranstaltung zulässig, nur eine begrenzte Anzahl der angemeldeten Studierenden aufzunehmen. Hierfür ist durch den Modulkordinator oder die Modulkordinatorin ein Auswahlverfahren durchzuführen. Die Auswahl erfolgt nach der Notwendigkeit des Besuchs der Lehrveranstaltung im Hinblick auf den Studienfortschritt und, wenn in dieser Hinsicht gleiche Voraussetzungen gegeben sind, nach der Reihenfolge der Anmeldung oder durch Losentscheid. Die genauen Vergabekriterien werden vom Fachbereichsrat festgelegt. Bei Pflichtveranstaltungen muss angemeldeten, aber trotz Erfüllung der Zugangsvoraussetzungen nicht in die Lehrveranstaltung aufgenommenen Studierenden auf Verlangen hierüber eine Bescheinigung ausgestellt werden.

§ 12 Sprache

(1) Das Masterstudium erfordert grundsätzlich Kenntnisse der englischen Sprache, da ein Teil der Wahlpflichtmodule in englischer Sprache abgehalten wird und die aktuelle Forschungsliteratur nahezu ausschließlich in Englisch vorliegt.

(2) Die Masterarbeit kann nach Wahl des oder der Studierenden ohne besondere Genehmigung entweder in Deutsch oder in Englisch abgefasst werden.

(3) Studierenden mit geringen oder keinerlei Deutschkenntnissen wird ein Studium in englischer Sprache ermöglicht. Dazu werden zu allen Pflichtmodulen, in deren Rahmen Vorlesungen in deutscher Sprache abgehalten werden, englischsprachige Lehrmaterialien zur Verfügung gestellt, (auch) englischsprachige Tutorien bzw. Praktika angeboten und Prüfungen (auch) in englischer Sprache durchgeführt. Der Inhalt der in deutscher Sprache angebotenen Vorlesungen muss von den Studierenden dabei durch Selbststudium erarbeitet werden. Im Fall des Moduls Informatik & Mathematik im MSc Computational Science wird bei Wahlpflichtveranstaltungen im Umfang von mindestens 8 CP im Wintersemester und mindestens 4 CP im Sommersemester ebenso vorgegangen. Im Fall der Vertiefungsfächer, die internationalen Studierenden offen stehen, wird für eine ausreichende Zahl von Lehrveranstaltungen entweder ebenso vorgegangen oder aber die Veranstaltungen des Fachs werden in Englisch durchgeführt. Die Handhabung der Sprache in den einzelnen Modulen ist im Modulhandbuch ausgewiesen und wird den Studierenden im Rahmen der verpflichtenden Studienberatung vor Studienbeginn gemäß 0 Abs.2 ausführlich dargelegt.

§ 13 Studienberatung; Orientierungsveranstaltung; Vorlesungsverzeichnis

(1) Die Studierenden haben die Möglichkeit, während des gesamten Studienverlaufs die Studienfachberatung des Fachbereichs aufzusuchen. Die Studienfachberatung erfolgt durch von der Studiendekanin oder dem Studiendekan des Fachbereichs beauftragte Personen. Im Rahmen der Studienfachberatung erhalten die Studierenden Unterstützung insbesondere

in Fragen der Studiengestaltung, der Studientechnik und der Wahl der Lehrveranstaltungen. Die Studienfachberatung sollte insbesondere in Anspruch genommen werden:

- zu Beginn des ersten Studienseesters
- bei Nichtbestehen von Prüfungen und bei gescheiterten Versuchen, erforderliche Leistungsnachweise zu erwerben
- bei Schwierigkeiten in einzelnen Lehrveranstaltungen
- bei Studiengangs- bzw. Hochschulwechsel

(2) Neben der Studienfachberatung steht den Studierenden die Zentrale Studienberatung der Johann Wolfgang Goethe-Universität zur Verfügung. Sie unterrichtet als allgemeine Studienberatung über Studiermöglichkeiten, Inhalte, Aufbau und Anforderungen eines Studiums und berät bei studienbezogenen persönlichen Schwierigkeiten.

(3) Zu Beginn der Vorlesungszeit eines jeden Semesters, in dem Studierende ihr Studium aufnehmen können, findet eine Orientierungsveranstaltung statt, zu der die Studienanfängerinnen und Studienanfänger durch Aushang oder anderweitig eingeladen werden. In dieser wird über die Struktur und den Gesamtaufbau des Studiengangs und über semesterspezifische Besonderheiten informiert. Den Studierenden wird Gelegenheit gegeben, insbesondere die Studienorganisation betreffende Fragen zu klären.

(4) Jedem und jeder Studierenden wird vor Studienbeginn ein Mentor zugeordnet, der in mindestens halbjährigem Rhythmus mit dem oder der Studierenden den Fortschritt des Studiums und mögliche Optionen für das weitere Studium bespricht.

(5) Die Institute der beteiligten Fachbereiche informieren regelmäßig über die möglichen Themengebiete für Masterarbeiten.

(6) Der Fachbereich Physik erstellt auf der Basis der Modulbeschreibungen und der Studienverlaufspläne für den Studiengang im Rahmen eines EDV-unterstützten Systems und/oder in Druckform ein kommentiertes Modul- und Veranstaltungsverzeichnis, das in der letzten Vorlesungswoche des vorangegangenen Semesters erscheinen soll. Es enthält insbesondere auch Informationen zu den Modulverantwortlichen, Hinweise auf Termine und Fristen zu Prüfungen, gegebenenfalls Anmeldefristen für Lehrveranstaltungen, Angaben zu den einzelnen Lehrveranstaltungen der Module sowie zum Zugang zu den Lehrveranstaltungen für Studierende anderer Studiengänge.

§ 14 Akademische Leitung und Modulkoordination

(1) Die Aufgabe der akademischen Leitung der Studiengänge im Fachbereich nimmt die Studiendekanin oder der Studiendekan wahr. Diese Funktion kann für einen oder mehrere Studiengänge auf ihren oder seinen Vorschlag vom Fachbereichsrat auf ein dort prüfungsberechtigtes Mitglied der Professorengruppe für die Dauer von zwei Jahren übertragen werden. Die akademische Leiterin oder der akademische Leiter hat insbesondere folgende Aufgaben:

- Koordination des Lehr- und Prüfungsangebots des Fachbereichs im Zusammenwirken mit den Modulkoordinatoren und Modulkoordinatorinnen;
- Erstellung und Aktualisierung von Prüferlisten;
- Evaluation des Studiengangs;
- Bestellung der Modulkoordinatorinnen und Modulkoordinatoren,

(2) Für jedes Modul ernennt die akademische Leitung des Studiengangs aus dem Kreis der Lehrenden des Moduls eine Modulkoordinatorin oder einen Modulkoordinator. Für fachbereichsübergreifende Module wird die Modulkoordinatorin oder der Modulkoordinator im Zusammenwirken mit der Studiendekanin oder dem Studiendekan des anderen Fachbereichs ernannt. Die Modulkoordinatorin oder der Modulkoordinator muss Professorin oder Professor oder ein auf Dauer beschäftigtes wissenschaftliches Mitglied der entsprechenden Lehreinheit sein. Sie oder er ist für alle das Modul betreffenden inhaltlichen Abstimmungen und die ihr oder ihm durch die Ordnung des Studiengangs zugewiesenen organisatorischen Aufgaben zuständig. Die Modulkoordinatorin oder der Modulkoordinator wird durch die akademische Leitung des Studiengangs vertreten.

Abschnitt IV: Prüfungsorganisation

§ 15 Prüfungsausschuss; Prüfungsamt

- (1) Für die Organisation der Masterprüfung und die durch diese Ordnung zugewiesenen Aufgaben sowie für die Feststellung der Zulassungsvoraussetzungen nach Maßgabe dieser Ordnung bildet der Fachbereichsrat des Fachbereichs Physik einen Prüfungsausschuss. Der Prüfungsausschuss sorgt dafür, dass die Bestimmungen der Ordnung eingehalten werden. Die Verantwortung des Dekanats des Fachbereichs für die Prüfungsorganisation nach § 45 Abs.1 HHG bleibt unberührt. Der Prüfungsausschuss berichtet dem Fachbereichsrat aufgrund der erfassten Prüfungsdaten regelmäßig, mindestens einmal jährlich, über die Entwicklung der Prüfungs- und Studienzeiten, die Nachfrage nach Modulen, die Verteilung der Fach- und Gesamtnoten. Er gibt dem Fachbereichsrat Anregungen zur Reform dieser Ordnung.
- (2) Dem Prüfungsausschuss gehören sieben Mitglieder an und zwar vier Mitglieder der Gruppe der Professoren und Professorinnen, von denen zwei dem Fachbereich Physik angehören, je einer den Fachbereichen Informatik und Mathematik sowie Geowissenschaften/Geographie, ein wissenschaftlicher Mitarbeiter oder eine wissenschaftliche Mitarbeiterin des Fachbereichs Physik sowie zwei Studierende, die im Masterstudiengang *Computational Science* eingeschrieben sind.
- (3) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden nebst einer Stellvertreterin oder einem Stellvertreter auf Vorschlag der jeweiligen Gruppen bzw. im Fall der Professoren und Professorinnen der Fachbereiche Informatik und Mathematik sowie Geowissenschaften/Geographie auf Vorschlag des jeweiligen Fachbereiches vom Fachbereichsrat Physik gewählt. Näheres regelt die Wahlordnung der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Der oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses und sein oder ihr Stellvertreter oder seine oder ihre Stellvertreterin werden vom Prüfungsausschuss aus dem Kreis der ihm angehörenden Mitglieder oder Stellvertreter der Professorengruppe gewählt.
- (4) Die Amtszeit der Professoren und Professorinnen und des wissenschaftlichen Mitglieds des Prüfungsausschusses beträgt zwei Jahre, die der studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses ein Jahr. Wiederwahl der Mitglieder ist zulässig. Scheiden Mitglieder während ihrer Amtszeit aus, so wird für die verbleibende Amtszeit nachgewählt.
- (5) Der oder die Vorsitzende lädt zu den Sitzungen des Prüfungsausschusses ein und führt bei allen Beratungen und Beschlussfassungen den Vorsitz. In der Regel soll in jedem Semester mindestens eine Sitzung des Prüfungsausschusses stattfinden. Eine Sitzung ist einzuberufen, wenn dies mindestens zwei Mitglieder des Prüfungsausschusses fordern.
- (6) Der Prüfungsausschuss tagt nicht öffentlich. Er ist beschlussfähig, wenn mindestens vier Mitglieder, darunter der oder die Vorsitzende oder der oder die stellvertretende Vorsitzende und zwei weitere Mitglieder der Professorengruppe anwesend sind. Für Beschlüsse ist die Zustimmung der Mehrheit der Anwesenden erforderlich. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme des oder der Vorsitzenden. Die Beschlüsse des Prüfungsausschusses sind zu protokollieren. Im Übrigen richtet sich das Verfahren nach der Geschäftsordnung für die Gremien der Johann Wolfgang Goethe-Universität.
- (7) Bei Angelegenheiten, die die Prüfung eines Mitglieds des Prüfungsausschusses betreffen, ruht dessen Mitgliedschaft in Bezug auf diese Angelegenheit und wird durch die Stellvertreterin oder den Stellvertreter wahrgenommen. Dies gilt nicht bei rein organisatorischen Sachverhalten.
- (8) Der Prüfungsausschuss kann dem oder der Vorsitzenden die Durchführung und Entscheidung einzelner Aufgaben übertragen. Bei Einspruch gegen Entscheidungen des oder der Vorsitzenden entscheidet der Prüfungsausschuss mit der Mehrheit seiner Mitglieder. Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kann einzelne Aufgaben der Prüfungsorganisation an das Prüfungsamt delegieren.
- (9) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme von Prüfungen beobachtend beizuwohnen.
- (10) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und deren Stellvertreter und Stellvertreterinnen unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch den oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses schriftlich zur Verschwiegenheit zu verpflichten.
- (11) Geschäftsstelle des Prüfungsausschusses ist das Prüfungsamt Physik.
- (12) Ablehnende Entscheidungen des Prüfungsausschusses und seines oder seiner Vorsitzenden sind dem oder der Studierenden schriftlich mit Begründung unter Angabe der Rechtsgrundlage mitzuteilen. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (13) Der Prüfungsausschuss kann Anordnungen, Festsetzungen von Terminen und andere Entscheidungen, die nach dieser Ordnung getroffen werden, insbesondere die Bekanntgabe der Zulassung zur Prüfung, Melde- und Prüfungstermine sowie

Prüfungsergebnisse unter Beachtung datenschutzrechtlicher Bestimmungen mit rechtlich verbindlicher Wirkung öffentlich bekannt machen.

§ 16 Prüfungsbefugnis; Beisitz bei mündlichen Prüfungen

(1) Zur Abnahme von Modulprüfungen sind befugt: Mitglieder der Professorengruppe, wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit der selbständigen Wahrnehmung von Lehraufgaben beauftragt worden sind, sowie Lehrbeauftragte und Lehrkräfte für besondere Aufgaben (§ 18 Abs.2 HHG). Privatdozentinnen und Privatdozenten, außerplanmäßige Professorinnen oder Professoren, Honorarprofessorinnen und Honorarprofessoren, die jeweils in den Prüfungsfächern eine Lehrtätigkeit ausüben, sowie entpflichtete und in Ruhestand getretene Professorinnen oder Professoren, die in den Prüfungsfächern eine Lehrtätigkeit ausüben, können mit ihrer Einwilligung als Prüferinnen oder Prüfer bestellt werden. Prüfungsleistungen dürfen nur von Personen bewertet werden, die selbst mindestens die durch die Prüfung festzustellende oder eine gleichwertige Qualifikation besitzen.

(2) In der Regel wird die zu einem Modul gehörende Prüfung von den in dem Modul Lehrenden ohne besondere Bestellung durch den Prüfungsausschuss abgenommen. Sollte eine Lehrende oder ein Lehrender aus zwingenden Gründen Prüfungen nicht abnehmen können, kann der Prüfungsausschuss eine andere Prüferin oder einen anderen Prüfer benennen.

(3) Abschlussarbeiten, die nicht mehr wiederholt werden können, und schriftliche Prüfungsleistungen, die nicht mehr wiederholt werden können, sind von zwei Prüfenden zu bewerten. Mündliche Prüfungen sind von mehreren Prüfenden oder von einer oder einem Prüfenden in Gegenwart einer oder eines Beisitzenden abzunehmen.

(4) Zur Beisitzerin oder zum Beisitzer darf nur ein Mitglied oder eine Angehörige oder ein Angehöriger der Johann Wolfgang Goethe-Universität bestellt werden, das oder die oder der den Masterabschluss oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt hat. Die Bestellung der Beisitzerin oder des Beisitzers erfolgt durch die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses. Sie oder er kann die Bestellung an die Prüferin oder den Prüfer delegieren.

(5) Prüferinnen, Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer unterliegen der Amtsverschwiegenheit.

Abschnitt V: Prüfungsvoraussetzungen und –verfahren

§ 17 Meldung und Zulassung zur Masterprüfung

(1) Spätestens mit der Meldung zur ersten Prüfungsleistung eines Moduls an der Johann Wolfgang Goethe-Universität hat die oder der Studierende einen vollständig ausgefülltes Anmeldeformular für die Zulassung zur Masterprüfung beim Prüfungsamt einzureichen. Sofern dies nicht bereits mit dem Antrag auf Zulassung zum Studium erfolgt, sind dem Antrag auf Zulassung zur Masterprüfung insbesondere beizufügen:

- a) eine Erklärung darüber, ob die oder der Studierende bereits eine Abschluss- oder Zwischenprüfung im Masterstudiengang oder in einem anderen vergleichbaren Studiengang an einer Hochschule in Deutschland oder im Ausland endgültig nicht bestanden hat oder – ggf. unter Angabe von Fehlversuchen – ob sie oder er ein Prüfungsverfahren nicht abgeschlossen hat,
- b) gegebenenfalls Nachweise über bereits erbrachte Studien- oder Prüfungsleistungen, die in den Studiengang eingebracht werden sollen.
- c) ein Nachweis über die Zahlung der Prüfungsgebühr. 0 bleibt unberührt.

(2) Zur Masterprüfung kann nur zugelassen werden, wer als Studierende oder Studierender an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt immatrikuliert ist.

(3) Über die Zulassung entscheidet die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschuss. Die Zulassung zur Masterprüfung muss versagt werden, wenn

- a) die oder der Studierende die in Abs.1 genannten Nachweise nicht erbringt;

- b) die oder der Studierende die Masterprüfung in demselben oder in einem verwandten Studiengang beziehungsweise Studienfach an einer Hochschule endgültig nicht bestanden hat oder sich in einem solchen in einem noch nicht abgeschlossenen Prüfungsverfahren oder in einer noch nicht abgeschlossenen Modulprüfung befindet.
- c) die oder der Studierende wegen der Anrechnung von Fehlversuchen gemäß 0 Abs.4 keine Möglichkeit mehr zur Erbringung von Prüfungsleistungen hat, die für das Bestehen der Masterprüfung erforderlich sind.

Als verwandte Studiengänge beziehungsweise Studienfächer gelten Studiengänge beziehungsweise Studienfächer, die in einem wesentlichen Teil der geforderten Prüfungsleistungen der Module übereinstimmen.

- (4) Über Ausnahmen in besonderen Fällen entscheidet auf Antrag der oder des Studierenden der zuständige Prüfungsausschuss.
- (5) Eine Ablehnung der Zulassung wird dem oder der Studierenden von der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses schriftlich mitgeteilt. Sie ist mit einer Begründung und einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

§ 18 Prüfungstermine, Meldefristen und Meldeverfahren für die Modulprüfungen

(1) Zu jeder Modulprüfung (Modulabschlussprüfung und Modulteilprüfung) hat sich die oder der Studierende innerhalb der Meldefrist schriftlich anzumelden; andernfalls ist die Erbringung der Prüfungsleistung ausgeschlossen. Die Meldung erfolgt beim Prüfer oder der Prüferin und ist dem Prüfungsamt des Fachbereichs Physik weiterzureichen. Für schriftliche Prüfungen kann sie auch elektronisch über das Prüfungs-Softwareportal der Universität erfolgen. Im Fall der Meldung bei der Prüferin oder dem Prüfer stellt dieser oder diese auch die Voraussetzungen zur Zulassung fest.

(2) Die oder der Studierende kann sich zu einer Modulprüfung nur anmelden, soweit sie oder er an der Johann Wolfgang Goethe-Universität immatrikuliert ist, zur Masterprüfung zugelassen ist und die entsprechende Modulprüfung noch nicht endgültig nicht bestanden hat und sofern sie oder er die nach Maßgabe des Modulhandbuchs für das Modul erforderlichen Leistungs- und Teilnahmenachweise erbracht hat. Die Leistungsnachweise können nachgereicht werden, müssen also bei der Anmeldung zur Modulabschlussprüfung noch nicht vorliegen, oder der Nachweis kann auf andere Art geführt werden. Wenn zwischen der Erbringung der letzten Studienleistung des Moduls und der Modulprüfung mehr als 18 Monate liegen, so muss die Studienleistung neu erbracht werden. In begründeten Einzelfällen kann der Prüfungsausschuss Ausnahmen von dieser Regelung gewähren. Beurlaubte Studierende können keine Prüfungen ablegen. Zulässig ist aber die Wiederholung nicht bestandener Prüfungen während der Beurlaubung. Studierende sind auch berechtigt, Studien- und Prüfungsleistungen während einer Beurlaubung zu erbringen, wenn die Beurlaubung wegen Mutterschutz oder die Inanspruchnahme von Elternzeit oder wegen Pflege von nach ärztlichem Zeugnis pflegebedürftigen Angehörigen oder wegen der Erfüllung einer Dienstpflicht nach Art. 12a des Grundgesetzes oder wegen Mitwirkung als ernannte oder gewählte Vertreterin oder ernannter oder gewählter Vertreter in der akademischen Selbstverwaltung oder wegen eines Auslandsstudiums erfolgt ist.

(3) Die Meldung zu einer Modulprüfung gilt als endgültig, wenn sie nicht durch schriftliche Erklärung bis zum Rücktrittstermin zurückgezogen wird. Meldetermine und Rücktrittstermine werden durch Aushang beim Prüfungsamt rechtzeitig, spätestens vier Wochen vor dem Prüfungstermin bekannt gegeben. Die Meldefrist endet frühestens zwei Wochen vor dem jeweiligen Prüfungstermin. Die Rücktrittsfrist endet frühestens eine Woche nach dem Ende der Meldefrist. Über eine Nachfrist für die Meldung zu einer Prüfung in begründeten Fällen entscheidet der Prüfungsausschuss. Wird die Anmeldung bis zum festgelegten Rücktrittstermin nicht zurückgenommen, wird die versäumte Prüfungsleistung mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet (0 Abs.1).

(4) Die Modulprüfungen werden im zeitlichen und sachlichen Zusammenhang zu den Modulen angeboten. Die schriftlichen Prüfungen sollen in zwei Prüfungsperioden fallen. Die erste beginnt eine Woche nach Ende der Vorlesungszeit des Wintersemesters und erstreckt sich bis zum Ende des Wintersemesters. Die zweite Prüfungsperiode besteht aus zwei Phasen: Deren erste beginnt eine Woche nach Ende der Vorlesungszeit des Sommersemesters und dauert drei Wochen, während die zweite die letzten zwei Wochen des Sommersemesters umfasst. Über Ausnahmen von dieser Terminregelung entscheidet der Prüfungsausschuss.

(5) Die Termine für die Modulprüfungen werden vom Prüfungsausschuss im Einvernehmen mit den Prüferinnen und Prüfern unter Berücksichtigung von Abs.4 festgelegt und dem Prüfungsamt gemeldet. Das Prüfungsamt gibt den Studierenden möglichst frühzeitig, spätestens aber vier Wochen nach Vorlesungsbeginn, in einem Prüfungsplan Zeit und Ort der schriftlichen Prüfungen sowie die Namen der beteiligten Prüferinnen und Prüfer durch öffentlichen Aushang bekannt. Muss aus zwingenden Gründen von diesem Prüfungsplan abgewichen werden, so ist die Neufestsetzung des Termins nur mit Genehmigung des Prüfungsausschusses im Einvernehmen mit den Prüferinnen und Prüfern möglich. Ist für eine

schriftliche Modulprüfung vier Wochen nach Vorlesungsbeginn noch kein Termin festgelegt, so kann der Prüfungsausschuss ihn bestimmen.

(6) Der Prüfungsausschuss stellt sicher, dass die Modulprüfung zu jedem Pflichtmodul mindestens zweimal pro Studienjahr abgelegt werden kann.

§19 Versäumnis und Rücktritt

(1) Eine Modulabschluss- beziehungsweise Modulteilprüfung gilt als „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, wenn die oder der Studierende zu dem sie oder ihn bindenden Prüfungstermin ohne triftigen Grund nicht erscheint oder von der angetretenen Prüfung ohne triftigen Grund zurücktritt. Gleiches gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht oder als Prüfungsleistung in einer schriftlichen Aufsichtsarbeit ein leeres Blatt abgegeben oder in einer mündlichen Prüfung geschwiegen wurde.

(2) Ein für den Rücktritt oder das Versäumnis gemäß Abs.1 geltend gemachter Grund muss der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unverzüglich schriftlich angezeigt werden. Erfolgen Versäumnis oder Rücktritt wegen Krankheit der oder des Studierenden, so muss dies durch ein ärztliches Attest nachgewiesen werden. Das ärztliche Attest ist unverzüglich, d.h. ohne schuldhaftes Zögern, beim Prüfungsausschuss vorzulegen. Im Zweifelsfall kann die Vorlage eines ärztlichen Attestes eines Amtsarztes verlangt werden. Eine während der Erbringung einer Prüfungsleistung eintretende Prüfungsunfähigkeit muss unverzüglich bei der Prüferin oder dem Prüfer oder der Prüfungsaufsicht geltend gemacht werden. Die Verpflichtung zur Anzeige und Glaubhaftmachung der Gründe gegenüber dem Prüfungsausschuss bleibt unberührt. Ist die oder der Studierende durch Krankheit eines von ihr oder ihm allein zu versorgenden Kindes oder einer oder eines von ihr oder ihm notwendigerweise allein zu betreuenden pflegebedürftigen nahen Angehörigen (Eltern, Großeltern, Ehe- und Lebenspartner) zum Rücktritt oder Versäumnis gezwungen, kann er oder sie bezüglich der Einhaltung von Fristen für die erstmalige Meldung zur Prüfung, die Wiederholung von Prüfungen, die Gründe für das Versäumnis von Prüfungen und die Einhaltung von Bearbeitungszeiten für Prüfungsarbeiten dieselben Regelungen in Anspruch nehmen, die bei Krankheit einer oder eines Studierenden selbst gelten. Ein wichtiger Hinderungsgrund ist auch gegeben, wenn eine Studierende durch Nachweis Mutterschutz geltend macht. Wird der Grund anerkannt, so wird ein neuer Termin anberaumt.

(3) Bei anerkanntem Rücktritt oder Versäumnis werden die Prüfungsergebnisse in bereits abgelegten Teilmodulen angerechnet.

§20 Studien- und Prüfungsleistungen bei Krankheiten und Behinderungen

(1) Im Prüfungsverfahren ist auf Art und Schwere einer Behinderung oder chronischen Erkrankung Rücksicht zu nehmen. Art und Schwere einer Behinderung oder Beeinträchtigung sind durch ein ärztliches Attest nachzuweisen; in Zweifelsfällen kann ein amtsärztliches Attest verlangt werden. Macht die oder der Studierende, gestützt auf das ärztliche Attest, glaubhaft, dass sie oder er wegen ihrer oder seiner körperlichen Behinderung oder chronischen Erkrankung nicht in der Lage ist, die Prüfungsleistung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, so ist dieser Nachteil durch entsprechende Maßnahmen, wie zum Beispiel eine Verlängerung der Bearbeitungszeit oder eine andere Gestaltung des Prüfungsverfahrens, auszugleichen. Entsprechendes gilt für Studienleistungen. Der Nachteilsausgleich ist schriftlich zu beantragen. Der Antrag soll spätestens mit der Meldung zur Prüfung gestellt werden.

(2) Entscheidungen nach Abs.1 trifft die Prüferin oder der Prüfer, in Zweifelsfällen der Prüfungsausschuss im Einvernehmen mit der Prüferin oder dem Prüfer.

§ 21 Täuschung und Ordnungsverstoß

(1) Versucht die oder der Studierende das Ergebnis ihrer oder seiner Prüfungs- oder Studienleistung durch Täuschung oder durch Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, wird die Prüfungs- oder Studienleistung mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Der Versuch einer Täuschung liegt insbesondere vor, wenn die oder der Studierende nicht zugelassene Hilfsmittel in den Prüfungsraum mitführt oder eine falsche Erklärung nach 0 Abs.7 oder 0 Abs.14 abgegeben worden

ist. Beim Vorliegen einer besonders schweren Täuschung (z. B. im Wiederholungsfall oder einer Täuschung unter Beifügung einer schriftlichen Erklärung der oder des Studierenden über die selbstständige Anfertigung einer Arbeit ohne unerlaubte Hilfsmittel) muss der Prüfungsausschuss die oder den Studierenden von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen oder Studienleistungen ausschließen, so dass der Prüfungsanspruch im Studiengang erlischt. Die Schwere der Täuschung ist insbesondere anhand der hierfür aufgewendeten Energie, wie organisiertes Zusammenwirken und Verwendung technischer Hilfsmittel, wie Funkgeräte und Handys zu werten.

(2) Eine Studierende oder ein Studierender, die oder der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer oder von der oder dem Aufsichtsführenden in der Regel nach einer Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden; in diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Abs.1 Satz 3 findet entsprechende Anwendung.

(3) Hat eine Studierende oder ein Studierender durch schuldhaftes Verhalten die Teilnahme an einer Prüfung zu Unrecht herbeigeführt, kann der Prüfungsausschuss entscheiden, dass die betreffende Prüfungsleistung als nicht bestanden („nicht ausreichend“ (5,0)) gilt.

(4) Die oder der Studierende kann innerhalb einer Frist von 4 Wochen schriftlich verlangen, dass die Entscheidungen nach Abs.1 und Abs.2 vom Prüfungsausschuss überprüft werden.

(5) Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind der oder dem Studierenden unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

(6) Bei der Abfassung von Hausarbeiten, Referaten und Masterarbeiten sind die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis (0 Abs.7) zu beachten. Bei Nichtbeachtung gilt Abs.1.

§ 22 Anrechnung von Modulen und Leistungsnachweisen

(1) Bei einem Wechsel von einem modularisierten Studiengang einer Hochschule in der Bundesrepublik Deutschland werden abgeschlossene Module angerechnet, soweit mindestens Gleichwertigkeit gegeben ist. Module sind gleichwertig, wenn sie bezüglich der erworbenen Lernergebnisse oder Kompetenzen gleichwertig sind. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung von Inhalt, Umfang und Anforderungen vorzunehmen. Studienleistungen und Prüfungsleistungen aus nicht modularisierten Studiengängen an deutschen Hochschulen werden als Module des Studiengangs angerechnet, wenn eine Gleichwertigkeit zu diesen gegeben ist.

(2) Abs.1 findet entsprechende Anwendung auf die Anrechnung von Modulen aus modularisierten sowie einzelnen Leistungsnachweisen aus nicht-modularisierten Studiengängen an ausländischen Hochschulen. Dabei sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaftsverträgen zu beachten. Soweit Äquivalenzvereinbarungen nicht vorliegen, entscheidet der Prüfungsausschuss. Bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit ist die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen zu hören.

(3) Studien- und Prüfungsleistungen, die während eines studienbedingten Auslandsaufenthaltes erworben wurden, können auch dann angerechnet werden, wenn für den Auslandsaufenthalt ein Urlaubssemester gewährt worden ist.

(4) Einschlägige berufspraktische Tätigkeiten können als praktische Ausbildung anerkannt werden.

(5) Als Voraussetzung für die Anrechnung kann eine ergänzende Leistung gefordert werden, insbesondere wenn die bisher erworbenen Kompetenzen in wichtigen Teilbereichen unvollständig sind oder für das Modul im früheren Studiengang eine geringere Anzahl von CP vergeben wurde als im Studiengang an der Johann Wolfgang Goethe-Universität anzurechnen sind.

(6) Maximal 60 CP der nach 0 Abs.9 für den Masterabschluss geforderten CP können nach Abs.1 bis 3 angerechnet werden. Die Module „Fachliche Spezialisierung 1 im MSc Computational Science“, „Fachliche Spezialisierung 2 im MSc Computational Science“ und „Masterarbeit“ können nicht angerechnet werden.

(7) Werden Studien- und Prüfungsleistungen anerkannt, sind die Noten und CP – soweit die Notensysteme vergleichbar sind – zu übernehmen und nach Maßgabe dieser Ordnung in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unverg-

leichbaren Notensystemen wird der Vermerk „bestanden“ aufgenommen. Angerechnete Leistungen werden im Zeugnis mit Nennung der Ursprungsinstitution gekennzeichnet. Der Prüfungsausschuss kann bei nicht vorhandener Note dem Studierenden die Gelegenheit zu einer Nachprüfung geben.

(8) Beim Wechsel des Studienfaches oder der Hochschule oder nach Studienaufenthalten im Ausland besteht ein Rechtsanspruch auf Anrechnung, sofern die Voraussetzungen hierfür gegeben sind und die anzurechnende Leistung zum Zeitpunkt der Anerkennung nicht älter als fünf Jahre ist. Über die Anerkennung älterer Prüfungsleistungen entscheidet der Prüfungsausschuss unter Berücksichtigung des aktuellen Wissensstandes. Die oder der Studierende hat die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen vorzulegen. Es besteht kein Anspruch auf die Anrechnung von Teilleistungen aus nicht abgeschlossenen Modulen. Bei den Anerkennungsverfahren werden sämtliche von der oder dem Studierenden abgelegten – sowohl die bestandenen als auch die nicht bestandenen – Studien- und Prüfungsleistungen, zu denen es gleichwertige Studien- und Prüfungsleistungen im Masterstudien-gang der Johann Wolfgang Goethe-Universität gibt, berücksichtigt. 0 Abs.4 findet Anwendung.

(9) Bei Fach- oder Hochschulwechsel erfolgt auf der Grundlage der Anrechnung die Einstufung in das Fachsemester des Studiengangs an der Johann Wolfgang Goethe-Universität.

(10) Entscheidungen mit Allgemeingültigkeit zu Fragen der Anrechnung trifft der Prüfungsausschuss, die Anrechnung im Einzelfall erfolgt durch dessen vorsitzendes Mitglied, falls erforderlich unter Heranziehung einer Fachprüferin oder eines Fachprüfers. Sofern Anerkennungen vorgenommen werden, können diese mit der Auflage, bestimmte Studien- und/oder Prüfungsleistungen nachzuholen, verbunden werden. Auflagen und evtl. Fristen, innerhalb der diese zu erfüllen sind, sind der oder dem Studierenden schriftlich mitzuteilen. Die Mitteilung ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

Abschnitt VI: Durchführung der Modulprüfungen

§ 23 Modulprüfungen

(1) Die Prüfung zu einem Modul besteht aus einer Abschlussprüfung, sofern die Modulbeschreibung keine Modulteilprüfungen vorsieht. Besteht eine Modulprüfung aus mehreren Modulteilprüfungen, muss jede Modulteilprüfung für sich bestanden sein (kumulative Modulprüfung).

(2) Die Abschlussprüfung zu einem Modul bezieht sich auf den gesamten Inhalt des Moduls. Bei kumulativen Modulprüfungen werden in den Modulteilprüfungen die Inhalte und Methoden der jeweiligen Lehrveranstaltung des Modulteils geprüft. Die Prüfungsinhalte ergeben sich aus den Modulbeschreibungen.

(3) Die Prüfungsleistungen werden durch Klausurarbeiten, mündliche Prüfungen oder sonstige Prüfungsformen erbracht. Sonstige Prüfungsformen sind Referate mit oder ohne schriftliche Ausarbeitung, Hausarbeiten oder vergleichbare Formen, die eine Bewertung des individuellen Lernerfolges in einem Modul erlauben, z. B. computergestützte Prüfungen, die eine individuelle Aufgabenstellung beinhalten.

(4) Die Formen, in denen die einzelnen Prüfungsleistungen zu erbringen sind, sind in den Modulbeschreibungen festgelegt. Soweit die Modulbeschreibung eine Wahlmöglichkeit zulässt, muss der oder die Prüfende die erforderliche Festlegung treffen. Die Prüfungsform ist den Studierenden spätestens zu Beginn des Moduls bzw. Modulteils verbindlich mitzuteilen.

(5) Im Fall aller Module, die internationalen Studierenden offen stehen, werden Prüfungen in der Regel in englischer Sprache abgenommen. Mündliche Prüfungen können in gegenseitigem Einvernehmen zwischen Prüfer oder Prüferin, Beisitzer oder Beisitzerin und dem oder der Studierenden auch in Deutsch abgenommen werden. Schriftliche Prüfungen können in gegenseitigem Einvernehmen zwischen Prüfer oder Prüferin und allen für die Prüfung gemeldeten Studierenden ebenfalls in Deutsch abgenommen werden. Die Masterarbeit kann nach Wahl der oder des Studierenden auf Deutsch oder Englisch abgefasst werden.

(6) Das Ergebnis einer schriftlichen Prüfungsleistung wird durch den Prüfer oder die Prüferin in einem Prüfungsprotokoll festgehalten, das er oder sie zusammen mit der Prüfungsarbeit dem Prüfungsausschuss spätestens vier Wochen nach Ablegung der Prüfung zuleitet. In das Prüfungsprotokoll sind die Modulbezeichnung bzw. der Modulteil, die Prüfungsform, das Prüfungsdatum sowie die Bearbeitungszeit aufzunehmen. Weiterhin sind solche Vorkommnisse, insbesondere Vorkommnisse nach 0 Abs.1 und 2 aufzunehmen, welche für die Feststellung des Prüfungsergebnisses von Belang sind.

(7) Ohne Aufsicht angefertigte schriftliche Arbeiten (beispielsweise Hausarbeiten) sind von der oder dem Studierenden nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis anzufertigen. Die oder der Studierende hat bei der Abgabe der Arbeit schriftlich zu versichern, dass sie oder er diese selbstständig verfasst und alle von ihr oder ihm benutzten Quellen und Hilfsmittel in der Arbeit angegeben hat. Ferner ist zu erklären, dass die Arbeit noch nicht – auch nicht auszugsweise – in einem anderen Studiengang als Studien- oder Prüfungsleistung verwendet wurde.

(8) Teilnehmerinnen und Teilnehmer an Modulprüfungen müssen sich durch Vorlage eines amtlichen Lichtbildausweises ausweisen.

§ 24 Mündliche Prüfungsleistungen

(1) Mündliche Prüfungen werden von einem Prüfer oder einer Prüferin in Gegenwart eines oder einer Beisitzenden als Einzelprüfung oder mit Einverständnis der Prüflinge in einer Zweiergruppe durchgeführt.

(2) Die Dauer der mündlichen Prüfung je Prüfling soll cirka 30 Minuten betragen, sofern im Modulhandbuch keine davon abweichende Regelung getroffen ist. Sie soll jedoch mindestens 20 Minuten und höchstens 40 Minuten betragen.

(3) Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Prüfung sind von dem Beisitzer oder der Beisitzerin in einem Protokoll festzuhalten. Das Prüfungsprotokoll ist von dem Prüfer oder der Prüferin und dem Beisitzer oder der Beisitzerin zu unterzeichnen. Vor der Festsetzung der Note ist der Beisitzer oder die Beisitzerin unter Ausschluss des Prüflings zu hören.

(4) Das Ergebnis der mündlichen Prüfung ist dem oder der Studierenden im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben und auf unverzüglich geäußerten Wunsch näher zu begründen; die gegebene Begründung ist in das Protokoll aufzunehmen.

(5) Mündliche Prüfungen sind für Studierende, die die gleiche Prüfung ablegen sollen, hochschulöffentlich. Die oder der zu prüfende Studierende kann der Zulassung der Öffentlichkeit widersprechen. Die Zulassung der Öffentlichkeit erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses an die oder den zu prüfenden Studierenden. Sie kann darüber hinaus aus Kapazitätsgründen begrenzt werden. Zur Überprüfung der in Satz 1 genannten Voraussetzungen kann die oder der Prüfende entsprechende Nachweise verlangen.

§ 25 Klausuren und Hausarbeiten

(1) Klausurarbeiten beinhalten die schriftliche Beantwortung einer Aufgabenstellung oder mehrerer Fragen. In einer Klausur soll die oder der Studierende nachweisen, dass sie oder er eigenständig in begrenzter Zeit, mit begrenzten Hilfsmitteln und unter Aufsicht mit den geläufigen Methoden des Faches Aufgaben lösen oder Themen bearbeiten kann.

(2) Den Studierenden sind die Bestehensvoraussetzungen für die Klausur spätestens bei der Aufgabenstellung bekannt zu geben.

(3) *Die Klausurarbeiten können bis zu 50% aus Multiple-Choice-Fragen bestehen. Machen Multiple-Choice-Fragen mehr als 25% der Aufgabenstellung aus, müssen folgende Voraussetzungen eingehalten werden:*

- *Die Prüfungsfragen müssen zuverlässige Prüfungsergebnisse ermöglichen. Die Prüfungsfragen müssen zweifelsfrei verstehbar, eindeutig beantwortbar und dazu geeignet sein, den zu überprüfenden Kenntnis- und Wissensstand der Studierenden eindeutig festzustellen. Insbesondere darf neben derjenigen Lösung, die in der Bewertung als richtig vorgegeben worden ist, nicht auch eine andere Lösung vertretbar sein. Der Prüfungsausschuss hat dies durch ein geeignetes Verfahren sicherzustellen.*
- *Erweisen sich die Aufgaben in diesem Sinne als ungeeignet, müssen sie von der Bewertung ausgenommen werden. Entsprechen Antworten nicht dem vorgegebenen Lösungsmuster, sind aber dennoch vertretbar, werden sie zu Gunsten der oder des Studierenden anerkannt.*
- *Der Fragen- und Antwortkatalog ist von mindestens zwei Prüfungsberechtigten zu entwerfen, wobei eine oder einer der Gruppe der Professoren angehören muss.*
- *Den Studierenden sind die Bestehensvoraussetzungen und das Bewertungsschema für die Klausur spätestens mit der Aufgabenstellung bekannt zu geben.*
- *Die Klausur ist bestanden, wenn die oder der Studierende mindestens 50 % (Bestehensgrenze) der gestellten Prüfungsfragen zutreffend beantwortet hat. Liegt der Gesamtdurchschnitt der in einer Klausur zutreffend beantworteter Fragen unter 50 %, so ist die Klausur auch bestanden, wenn die Zahl der von der Studierenden oder dem Studierenden zutreffend beantworteten Fragen die durchschnittliche Prüfungsleistung aller Prüfungsteilnehmerinnen und Prüfungsteilnehmer um nicht mehr als 22 % unterschreitet, die erstmals an der Prüfung teilgenommen haben.*

(4) Die Bearbeitungszeit einer Klausurarbeit soll sich am Umfang des zu prüfenden Moduls bzw., im Fall von Modulteilprüfungen, am Umfang der zu prüfenden Lehrveranstaltung orientieren. Sie dauert 90 Minuten, sofern im Modulhandbuch keine davon abweichende Regelung getroffen ist. Ausnahmen davon müssen vom Modulkordinator oder von der Modulkordinatorin genehmigt werden. Eine Klausur darf 45 Minuten nicht unterschreiten, 180 Minuten nicht überschreiten.

(5) Hausarbeiten dienen dem Rekapitulieren und Vertiefen des gelernten Stoffes. In ihnen soll die oder der Studierende nachweisen, dass sie oder er sich einen Gesamtüberblick über den Stoff erarbeitet hat und auf dieser Basis in der Lage ist, sich eigenständig mit Hilfe fortgeschrittener Lehrbuchliteratur in Spezialgebiete einzuarbeiten. Die Bearbeitungszeiten für Hausarbeiten sind für jede Lehrveranstaltung in den Modulbeschreibungen festgelegt. 0 Abs.5 Satz 4 gilt entsprechend. Die Hausarbeit wird vom Prüfer ausgegeben, der das Ausgabedatum dem Prüfungsamt mitteilt.

(6) Die Hausarbeit ist innerhalb der Bearbeitungsfrist in einfacher Ausfertigung bei der Prüferin oder dem Prüfer einzureichen; im Falle des Postwegs ist der Poststempel entscheidend. Die Abgabe der Hausarbeit ist durch die Prüferin oder den Prüfer aktenkundig zu machen und der Verfasserin oder dem Verfasser der Hausarbeit zu bestätigen.

(7) Klausuren und Hausarbeiten werden von einer oder einem Prüfenden schriftlich bewertet. Das Bewertungsverfahren der Klausuren und Hausarbeiten soll 4 Wochen nicht überschreiten.

(8) Klausuren und Hausarbeiten sind im Falle ihrer Wiederholung von einem oder einer weiteren Prüfenden zu bewerten, wenn der oder die erste Prüfende sie mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Bei Abweichung der Noten errechnet sich die Note der schriftlichen Prüfungsleistung aus dem Durchschnitt der beiden Noten.

(9) Zu einer nicht bestandenen Klausur kann der oder die Prüfende im Einzelfall eine mündliche Ergänzungsprüfung anbieten. Deren Bestehen ergibt eine Klausurnote von 4,0. Zu einer nicht bestandenen Hausarbeit kann im Einzelfall die Möglichkeit einer einmaligen Nachbesserung eingeräumt werden. Eine solche mündliche Ergänzungsprüfung oder Nachbesserung soll innerhalb von vier Wochen nach Bekanntgabe des Ergebnisses erfolgen und gilt nicht als Wiederholung der Prüfung.

(10) Im Fall von Modulteilprüfungen in Form von Klausuren können nach Wahl des oder der Prüfenden Leistungen aus zum Modulteil angebotenen Übungen zur Verbesserung der Note verwendet werden. Hierbei dürfen die Leistungen aus den Übungen nur in einem Umfang angerechnet werden, der 20% der zum Bestehen der Klausur notwendigen Leistungspunkte nicht übersteigt.

§ 26 Studienleistungen (Leistungsnachweise und Teilnahmenachweise)

(1) Leistungsnachweise sind nach Maßgabe der Modulbeschreibung entweder Voraussetzung für die Zulassung zu Modulprüfungen oder für die Vergabe der für das Modul zu erwerbenden CP. Sie können benotet sein, die Noten für Studienleistungen gehen aber nicht in die Modulnoten ein. Teilnahmenachweise können für die Zulassung zu Modulprüfungen vorausgesetzt werden. Bei Vorlesungen gibt es keine Teilnahmepflicht.

(2) Teilnahmenachweise dokumentieren in der Regel die regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung. Die regelmäßige Teilnahme ist gegeben, wenn die oder der Studierende in allen von der Veranstaltungsleiterin oder dem Veranstaltungsleiter im Verlauf eines Semesters angesetzten Einzelveranstaltungen anwesend war. Die regelmäßige Teilnahme soll noch attestiert werden, wenn die oder der Studierende bis zu zwei Einzelveranstaltungen bzw. 20% der Veranstaltungszeit versäumt hat, es sei denn, die oder der Lehrende legt etwas anderes fest. Im Übrigen kann die oder der Lehrende die Erteilung des Teilnahmenachweises von der Erfüllung von Pflichten abhängig machen. Bei Versäumnis von bis zu vier Einzelveranstaltungen wegen Krankheit oder der Betreuung eines Kindes oder einer oder eines pflegebedürftigen Angehörigen oder bei Mitwirkung als ernannte oder gewählte Vertreterin oder genannter oder gewählter Vertreter in der akademischen oder studentischen Selbstverwaltung ist der oder dem Studierenden die Möglichkeit einzuräumen, den Teilnahmenachweis durch Erfüllung von Pflichten zu erwerben. Teilnahmenachweise werden am Ende der Veranstaltungszeit durch die Lehrende oder den Lehrenden ausgestellt.

(3) Für ein Berufspraktikum ist der Nachweis der aktiven Teilnahme Voraussetzung für die Vergabe der CP. Die aktive Teilnahme ist von der Ausbildungsstelle zu bescheinigen. Die Bescheinigung muss folgende Angaben enthalten: Bezeichnung der Einrichtung, Vorname, Nachname, Geburtsdatum, Matrikelnummer der Praktikantin oder des Praktikanten sowie die Art und Dauer der Tätigkeit. Über das Praktikum ist von der Praktikantin oder dem Praktikant ein Praktikumsbericht zu erstellen.

(4) Leistungsnachweise dokumentieren die erfolgreiche Teilnahme an einer Lehrveranstaltung. Sofern dies die oder der Lehrende voraussetzt, ist für einen Leistungsnachweis auch die regelmäßige Teilnahme (Abs.2) an der Lehrveranstaltung erforderlich. Die erfolgreiche Teilnahme ist gegeben, wenn eine durch die Lehrende oder den Lehrenden positiv bewertete (nach der Modulbeschreibung benotete oder unbenotete) individuelle Studienleistung (Abs.5) erbracht wurde. Die oder der Lehrende kann die Bestätigung der erfolgreichen Teilnahme an einer Lehrveranstaltung auch von der erfolgreichen Erbringung mehrerer Studienleistungen abhängig machen. Werden Studienleistungen nach Maßgabe der Modulbeschreibung benotet, gilt 0 Abs.2. Bei Gruppenarbeiten muss die individuelle Leistung deutlich abgrenzbar und bewertbar sein.

(5) Studienleistungen können insbesondere sein:

- Klausuren
- schriftliche Ausarbeitungen beziehungsweise Hausarbeiten
- Referate (mit oder ohne Ausarbeitung)
- Fachgespräche
- Arbeitsberichte, Protokolle
- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Durchführung von Versuchen
- Computersimulationen
- Tests
- Literaturberichte oder Dokumentationen

Die Anzahl der Leistungen, ihre Form sowie die Frist, in der die Leistungen zu erbringen sind, gibt die oder der Lehrende den Studierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt. Die Vergabekriterien für den Leistungsnachweis dürfen während des laufenden Semesters nicht zum Nachteil der Studierenden geändert werden. Die oder der Lehrende kann den Studierenden die Nachbesserung einer schriftlichen Leistung unter Setzung einer Frist ermöglichen. 0 Abs.1 gilt entsprechend.

(6) Klausuren sind als Studienleistung nur zulässig, wenn keine Modulabschlussprüfung für das Modul erfolgt.

(7) Werden Studienleistungen schriftlich, aber nicht als Aufsichtsarbeit erbracht, sind sie mit einer Erklärung gemäß 0 Abs.7 zu versehen.

(8) Bestandene Studienleistungen können nicht wiederholt werden. Nicht bestandene Studienleistungen sind unbeschränkt wiederholbar.

§ 27 Masterarbeit

(1) Die Masterarbeit dient der wissenschaftlichen Ausbildung. Mit ihr soll der oder die Studierende zeigen, dass er oder sie in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema im Bereich *Computational Science* unter Anleitung selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und darzustellen.

(2) Der Bearbeitungszeitraum der Masterarbeit beträgt 6 Monate, entsprechend 30 CP. Die Bearbeitungsfrist beginnt mit dem der Ausgabe des Themas folgenden Werktag.

(3) Der Masterarbeit geht eine fachliche Spezialisierung voraus, die die Masterarbeit vorbereitet. Den beiden Phasen der fachlichen Spezialisierung entsprechen jeweils 15 CP.

(4) Der oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses entscheidet über die Zulassung zur Masterarbeit. Die Zulassung setzt voraus, dass mindestens Prüfungsleistungen im Masterstudiengang im Umfang von 28 CP nachgewiesen werden und zusätzlich die Module „Fachliche Spezialisierung 1 im MSc Computational Science“ und „Fachliche Spezialisierung 2 im MSc Computational Science“ erfolgreich abgeschlossen wurden.

(5) Die Masterarbeit kann von Mitgliedern der Professorengruppe, Hochschuldozenten oder Hochschuldozentinnen, Privatdozenten oder Privatdozentinnen, Nachwuchsgruppenleitern oder Nachwuchsgruppenleiterinnen der Fachbereiche Geo-

wissenschaften/Geographie, Informatik und Mathematik sowie Physik ausgegeben und betreut werden. Im Falle externer Masterarbeiten nach Abs.8 kann der Prüfungsausschuss auch qualifizierte auswärtige Wissenschaftler mit der Betreuung beauftragen. Dabei ist zu gewährleisten, dass die Mittel zur Durchführung der Arbeit vorhanden sind.

(6) Dem oder der Studierenden ist Gelegenheit zu geben, ein Thema vorzuschlagen.

(7) Für die Studierenden besteht die Möglichkeit, bei dem oder der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses die Vergabe eines Themas für die Masterarbeit zu beantragen. Dieser oder diese sorgt innerhalb einer angemessenen Frist dafür, dass der oder die Studierende ein Thema und die erforderliche Betreuung erhält.

(8) Die Masterarbeit darf mit Zustimmung des Prüfungsausschusses in einer Lehreinheit eines nicht am Masterprogramm beteiligten Fachbereichs der Johann Wolfgang Goethe-Universität oder in einer Einrichtung außerhalb der Johann Wolfgang Goethe-Universität angefertigt werden. In diesem Fall muss das Thema in Absprache mit einem Professor, einer Professorin, einem Juniorprofessor oder einer Juniorprofessorin der Fachbereiche Physik, Informatik und Mathematik oder Geowissenschaften/Geographie gestellt werden. Er oder sie ist einer der Gutachter oder Gutachterin der Arbeit. Der externe Betreuer oder die externe Betreuerin ist der zweite Gutachter oder die zweite Gutachterin der Arbeit.

(9) Die Ausgabe des Themas erfolgt durch den Betreuer oder die Betreuerin über den Vorsitzenden oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses. Der Zeitpunkt der Ausgabe und das Thema sind beim Prüfungsamt aktenkundig zu machen.

(10) Das gestellte Thema kann nur einmal und nur innerhalb der ersten beiden Monate der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Das ersatzweise, neu gestellte Thema muss sich inhaltlich von dem zurückgegebenen Thema wesentlich unterscheiden. Die Rückgabe eines neu gestellten Themas ist ausgeschlossen.

(11) Die Abfassung der Masterarbeit kann nach Wahl des oder der Studierenden in Deutsch oder Englisch erfolgen.

(12) Weist ein Kandidat oder eine Kandidatin durch ärztliches Attest nach, dass er oder sie durch Krankheit an der Bearbeitung der Abschlussarbeit gehindert ist, so ruht die Bearbeitungsdauer während der Erkrankung. Der Prüfungsunfähigkeit des oder der Studierenden steht die Krankheit einer von ihm oder ihr überwiegend allein zu versorgenden Person gleich. Der oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses setzt in diesem Falle den Abgabetermin neu fest. Kann der Abgabetermin aus anderen von der oder dem Studierenden nicht zu vertretenden Gründen nicht eingehalten werden, so verlängert die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses einmal die Bearbeitungszeit, wenn die oder der Studierende dies vor dem Ablieferungstermin beantragt. Maximal kann eine Verlängerung um 50 % der Bearbeitungszeit eingeräumt werden. Dauert die Verhinderung länger, so kann die oder der Studierende von der Prüfungsleistung zurücktreten.

(13) Die Masterarbeit ist fristgerecht in dreifacher Ausfertigung im Prüfungsamt abzugeben oder mittels Postweg beim Prüfungsamt einzureichen. Der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen; im Falle des Postweges ist das Datum des Poststempels entscheidend.

(14) Die Masterarbeit ist nach den Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis zu verfassen. Insbesondere sind alle Stellen, Bilder und Zeichnungen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder aus anderen fremden Texten entnommen wurden, als solche kenntlich zu machen. Die Masterarbeit ist mit einer Erklärung der oder des Studierenden zu versehen, dass sie oder er die Arbeit – bei einer Gruppenarbeit sie ihre oder er seinen entsprechend gekennzeichneten Anteil der Arbeit – selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst hat. Ferner ist zu erklären, dass die Masterarbeit, auch nicht auszugsweise, für eine andere Prüfung oder Studienleistung außerhalb dieses Studiengangs verwendet worden ist.

(15) Die Masterarbeit ist vom Betreuer oder der Betreuerin der Masterarbeit sowie einem weiteren Prüfer oder einer weiteren Prüferin schriftlich zu beurteilen. Der zweite Prüfer oder die zweite Prüferin wird auf Vorschlag des oder der Studierenden oder auf Vorschlag des Betreuers oder der Betreuerin von dem oder der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bestellt. Einer oder eine der Prüfenden muss Mitglied der Professorengruppe der Johann Wolfgang Goethe-Universität sein. Dies gilt auch, wenn die Arbeit an einer externen Einrichtung angefertigt wird und der Betreuer oder die Betreuerin nicht Mitglied der Fachbereiche Physik, Informatik und Mathematik oder Geowissenschaften/Geographie ist.

(16) Die Bewertung der Masterarbeit soll von beiden Prüfenden spätestens sechs Wochen nach Einreichung erfolgen. Das Ergebnis ist dem oder der Studierenden durch das Prüfungsamt bekannt zu geben. Die Note der Masterarbeit ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel beider Beurteilungen.

(17) Wird die Masterarbeit von einem oder einer der beiden Prüfenden mit „nicht ausreichend“ (5,0) beurteilt, bestellt der oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses einen dritten Prüfer oder eine dritte Prüferin. In diesem Fall ergibt sich die Note der Masterarbeit aus dem arithmetischen Mittel der drei Beurteilungen. Sind zwei Beurteilungen „nicht ausreichend“ (5,0), ist die Note der Masterarbeit „nicht ausreichend“ (5,0).

(18) Die Masterarbeit kann gemäß 0 einmal wiederholt werden. Im Fall der Wiederholung kann das Thema nur dann zurückgegeben werden, wenn dies beim ersten Versuch nicht der Fall war.

Abschnitt VII: Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten, Gesamtnote

§ 28 Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Modulnoten

(1) Für die Benotung der Prüfungsleistungen zu den Modulen und der Masterarbeit und für die Benotung von Studienleistungen sind folgende Noten zu verwenden:

- 1 = sehr gut, für eine hervorragende Leistung;
- 2 = gut, für eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt;
- 3 = befriedigend, für eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht;
- 4 = ausreichend, für eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt;
- 5 = nicht ausreichend, für eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt.

(2) Zur differenzierten Bewertung der Prüfungsleistungen können einzelne Noten um 0,3 auf Zwischenwerte angehoben oder abgesenkt werden; die Noten 0,7, 4,3, 4,7 und 5,3 sind dabei ausgeschlossen.

(3) Setzt sich eine Prüfungsleistung zu einem Modul aus mehreren Teilleistungen zusammen, errechnet sich die Note des Moduls aus dem mit den jeweiligen CP gewichteten Durchschnitt der Noten der einzelnen Teilleistungen. Dabei wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. Alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen. Entsprechendes gilt bei der Bewertung einer Prüfungsleistung durch mehrere Prüfende. Die Note lautet:

- Bei einem Durchschnitt bis einschließlich 1,5 sehr gut
- bei einem Durchschnitt von 1,6 bis einschließlich 2,5 gut
- bei einem Durchschnitt von 2,6 bis einschließlich 3,5 befriedigend
- bei einem Durchschnitt von 3,6 bis einschließlich 4,0 ausreichend
- bei einem Durchschnitt ab 4,1 nicht ausreichend.

(4) Die Gesamtnote (siehe 0) wird ergänzt durch eine ECTS-Note, die in das Diploma-Supplement aufgenommen wird. Die ECTS-Bewertungsskala berücksichtigt statistische Gesichtspunkte der Bewertung wie folgt:

- A = die Note, die die besten 10% derjenigen erzielen, die die Masterprüfung bestanden haben
- B = die Note, die die nächsten 25 % in der Vergleichsgruppe erzielen
- C = die Note, die die nächsten 30 % in der Vergleichsgruppe erzielen
- D = die Note, die die nächsten 25 % in der Vergleichsgruppe erzielen
- E = die Note, die die nächsten 10 % in der Vergleichsgruppe erzielen

Die Berechnung erfolgt durch das Prüfungsamt aufgrund der statistischen Auswertung der Prüfungsergebnisse. Hierbei soll ein Zeitraum von 3 Jahren zugrunde gelegt werden. Damit tragfähige Aussagen möglich sind, legt der Prüfungsausschuss Mindestgrößen für die Bezugsgruppen fest und bestimmt, solange sich entsprechende Datenbanken noch im Aufbau befinden, ein geeignetes Verfahren zur Ermittlung der relativen Gesamtnoten.

§ 29 Bestehen und Nichtbestehen; Notenbekanntgabe

- (1) Eine einzelne Prüfungsleistung ist bestanden, wenn sie mit der Note „ausreichend“ oder besser bewertet worden ist.
- (2) Ein Modul ist bestanden, wenn die in der Modulbeschreibung der Ordnung für den Studiengang vorgeschriebenen Leistungen erfolgreich erbracht wurden.
- (3) Die Masterprüfung ist bestanden, wenn sämtliche in der Ordnung für den Studiengang vorgeschriebenen Module bestanden und die Masterarbeit mit mindestens „ausreichend“ bewertet worden ist.
- (4) Ein nicht bestandenes Wahlpflichtmodul kann ohne Nachteil durch ein alternatives Wahlpflichtmodul ersetzt werden.
- (5) Die Ergebnisse sämtlicher Prüfungen werden unverzüglich unter Wahrung schutzwürdiger Interessen der Betroffenen und allgemeiner datenschutzrechtlicher Regelungen durch studiengangsoffentlichen Aushang bekannt gegeben und/oder durch das elektronische Prüfungssystem zur Einsicht für die Studierenden vorgehalten. Abs.6 bleibt unberührt.
- (6) Über das endgültige Nichtbestehen einer Modulprüfung oder das endgültige Nichtbestehen der Masterarbeit ist ein schriftlicher Bescheid durch die oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu erteilen, der mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen ist.

§ 29 Gesamtnote der Masterprüfung

Für die Masterprüfung wird eine Gesamtnote gebildet. Diese ergibt sich als mit den jeweiligen CP gewichtetes Mittel aller im Rahmen des Studiengangs abgelegter benoteter Modulprüfungen. Dabei wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. Alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.

Die Gesamtnote einer bestandenen Masterprüfung lautet:

- Bei einem Durchschnitt bis einschließlich 1,5 sehr gut
- bei einem Durchschnitt von 1,6 bis einschließlich 2,5 gut
- bei einem Durchschnitt von 2,6 bis einschließlich 3,5 befriedigend
- bei einem Durchschnitt von 3,6 bis einschließlich 4,0 ausreichend.

Abschnitt VII: Wiederholung, Freiversuch sowie Befristung von Prüfungen, Nichtbestehen der Gesamtprüfung

§ 31 Wiederholung von Prüfungen

- (1) Bestandene Modulabschlussprüfungen oder Modulteilprüfungen können nicht wiederholt werden. Eine Ausnahme stellt die Wiederholung zur Notenverbesserung nach 0 Abs.2 dar.
- (2) Nicht bestandene Modulabschlussprüfungen oder Modulteilprüfungen können höchstens zweimal wiederholt werden. Abweichungen davon gelten für den Freiversuch nach 0 Abs.1. Weichen die Bestimmungen zur Wiederholung von Modulprüfungen bei Modulen gemäß 0 Abs.2 von den Regelungen dieser Ordnung ab, so gilt die Ordnung des die Module anbietenden Fachbereichs der J.W. Goethe-Universität in der jeweils gültigen Fassung.
- (3) Eine nicht bestandene Masterarbeit, gegebenenfalls einschließlich eines Kolloquiums, kann einmal wiederholt werden. Dem oder der Studierenden wird dazu ein anderes Thema ausgegeben. Eine Rückgabe des Themas der Masterarbeit ist im Rahmen einer Wiederholungsprüfung nur zulässig, wenn die oder der Studierende bei der Anfertigung der ersten Masterarbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hat. Eine zweite Wiederholung ist nicht zulässig.
- (4) Fehlversuche in derselben Modulprüfung oder in inhaltlich äquivalenten Modulprüfungen eines anderen Studiengangs der Johann Wolfgang Goethe-Universität oder einer anderen Hochschule sind anzurechnen.

(5) Die erste Wiederholungsprüfung muss spätestens in der nächsten möglichen Prüfungsperiode nach 0 Abs.4 erfolgen, die zweite Wiederholung spätestens in der darauffolgenden.

(6) Wird die Wiederholungsfrist nicht eingehalten, gilt die Prüfungsleistung als nicht bestanden, 0 Abs.2 bleibt unberührt. Werden die Gründe für die Fristüberschreitung anerkannt, wird der oder dem Studierenden aufgegeben, sich zum nächsten Prüfungstermin zur Prüfung zu melden.

(7) Für die Wiederholung von schriftlichen Prüfungsleistungen mit Ausnahme der Masterarbeit kann der Prüfer eine mündliche Prüfung ansetzen.

(8) Der Prüfungsausschuss kann vor der zweiten Wiederholung Auflagen erteilen, wie z. B. die Wiederholung der zugehörigen Studienleistungen, und die Wiederholungsfrist entsprechend anpassen.

§ 32 Freiversuch

(1) Im Rahmen der Masterprüfung gelten mit „nicht ausreichend“ bewertete Prüfungsleistungen als nicht unternommen, wenn sie studienbegleitend erstmals und spätestens zu dem im Studienplan vorgesehenen Semester abgelegt werden (Freiversuch). Satz 1 ist nicht auf Prüfungsleistungen anzuwenden, die gemäß 0 Abs.1 und 2 oder gemäß 0 Abs.1 als mit „nicht ausreichend“ bewertet gelten. Die Masterarbeit ist davon ausgeschlossen.

(2) Bestandene Modulabschlussprüfungen oder Modulteilprüfungen können einmal zur Notenverbesserung wiederholt werden können, wobei die bessere Leistung angerechnet wird. Die Wiederholung muss spätestens in der jeweils nächsten Prüfungsperiode gemäß 0 Abs.4 stattfinden, wenn die Prüfung dann angeboten wird, und von dieser Regelung darf höchstens zweimal im Masterstudiengang Gebrauch gemacht werden.

§ 33 Befristung der Prüfungen

Hat ein Studierender oder eine Studierende sich im Masterstudiengang innerhalb von zwei, bei Studienaufnahme im Sommersemester innerhalb von drei Semestern nicht 26 CP erworben, kann er oder sie zu einer verpflichtenden Studienberatung eingeladen werden. Handelt es sich um die ersten beiden Studiensemester, muss dazu eingeladen werden. Danach kann der Prüfungsausschuss nach Anhörung Fristen für die weiteren Prüfungen setzen und Auflagen erteilen.

§ 34 Endgültiges Nichtbestehen

(1) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn

- a) eine Prüfungsleistung auch in ihrer letztmaligen Wiederholung mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet wurde oder nach 0 als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet gilt;
- b) die Masterarbeit zum zweiten Mal mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet wurde oder gemäß 0 als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet gilt;
- c) der Prüfungsanspruch wegen Überschreiten der Wiederholungsfristen erloschen ist;
- d) nach 0 Abs.1 festgesetzte Fristen abgelaufen oder ggf. erteilte Auflagen nicht erfüllt worden sind.

(2) Ist die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, so stellt der oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses einen Bescheid mit Angaben aller Prüfungsleistungen und den Gründen für das Nichtbestehen der Masterprüfung aus. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen und dem oder der Studierenden bekannt zu geben.

(3) Studierende, die die Johann Wolfgang Goethe-Universität ohne Abschluss verlassen oder ihr Studium an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in einem anderen Studiengang fortsetzen und nicht zu einer Modulprüfung im Masterstudiengang angemeldet sind oder die Masterarbeit begonnen haben, erhalten auf Antrag und gegen Vorlage der entsprechenden Nachweise (Exmatrikulationsbescheinigung oder Nachweis des Studiengangswechsels) eine zusammenfassende Bescheinigung über die erbrachten Studien- und Prüfungsleistungen, deren Umfang in CP und deren Noten sowie die noch fehlenden Prüfungsleistungen. Die Bescheinigung muss erkennen lassen, dass die Masterprüfung in *Computational Science* noch nicht bestanden ist.

Abschnitt IX: Prüfungszeugnis, Urkunde und Diploma-Supplement

§ 35 Prüfungszeugnis

(1) Über die bestandene Masterprüfung ist möglichst innerhalb von vier Wochen nach der letzten Prüfungsleistung ein Zeugnis in deutscher Sprache, sowie, auf Antrag der oder des Studierenden, zusätzlich auch in englischer Sprache, auszustellen. Das Zeugnis enthält die Angabe der Module mit den Modulnoten, das Thema und die Note der Masterarbeit, die Gesamtnote und die insgesamt erreichten CP. Das Zeugnis ist von der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen und mit dem Siegel der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu versehen. Das Zeugnis trägt das Datum des Tages, an dem die letzte Prüfungsleistung erbracht wurde. Die Noten der Prüfungen nach 0 Abs.10 (Zusatzmodule) können auf Antrag der oder des Studierenden zusätzlich aufgeführt werden, und zwar getrennt von den Ergebnissen der eigentlichen Masterprüfung. Benotete Studienleistungen und CP können auf Antrag in einer besonderen Rubrik in das Zeugnis oder in eine dem Zeugnis beizufügende Anlage aufgenommen werden.

(2) Der Prüfungsausschuss stellt auf Antrag eine Bescheinigung darüber aus, dass der erworbene Masterabschluss inhaltlich einem Diplomabschluss entspricht.

§ 36 Masterurkunde

(1) Gleichzeitig mit dem Zeugnis der Masterprüfung erhält die oder der Studierende eine Masterurkunde mit dem Datum des Zeugnisses. Darin wird die Verleihung des akademischen Grades beurkundet. Auf Antrag wird die Urkunde zusätzlich in Englisch ausgestellt.

(2) Die Urkunde wird von der Studiendekanin oder dem Studiendekan des Fachbereichs sowie der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet und mit dem Siegel der Johann Wolfgang Goethe-Universität versehen.

(3) Der akademische Grad darf erst nach Aushändigung der Urkunde geführt werden.

§ 37 Diploma-Supplement

Mit dem Zeugnis und der Urkunde wird ein Diploma-Supplement in Deutsch und Englisch entsprechend den Regelungen zwischen Kultusministerkonferenz und Hochschulkonferenz in der jeweils geltenden Fassung ausgestellt.

Abschnitt X: Ungültigkeit der Masterprüfung, Prüfungsakten, Einsprüche und Widersprüche, Prüfungsgebühren

§ 38 Ungültigkeit von Prüfungen, Behebung von Prüfungsmängeln

(1) Hat die Absolventin oder der Absolvent bei einer Prüfung eine Täuschungshandlung begangen und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bekannt, hat der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Prüfungsleistungen, bei deren Erbringung die Absolventin oder der Absolvent getäuscht hat, entsprechend zu berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für ungültig zu erklären.

(2) Hat die Absolventin oder der Absolvent die Zulassung zu einer Prüfung durch eine Täuschungshandlung oder in anderer Weise vorsätzlich zu Unrecht erwirkt und wird dieser Mangel erst nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bekannt, entscheidet der Prüfungsausschuss nach den Bestimmungen des Hessischen Verwaltungsverfahrensgesetzes (HVwVfG) in der jeweils gültigen Fassung über die Rücknahme rechtswidriger Verwaltungsakte.

(3) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass die Absolventin oder der Absolvent hierüber täuschen wollte und wird dieser Mangel erst nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bekannt, wird er durch das Bestehen der Prüfung geheilt.

- (4) Vor einer Entscheidung nach Abs.1 oder 2 ist der Absolventin oder dem Absolventen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.
- (5) Die Berichtigung von Prüfungsnoten oder die Annullierung von Prüfungsleistungen ist der Absolventin oder dem Absolventen unverzüglich schriftlich mit der Angabe der Gründe bekannt zu geben. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Das Prüfungsamt hat das unrichtige oder zu Unrecht erteilte Zeugnis sowie das Diploma-Supplement und die Masterurkunde unverzüglich einzuziehen. Gegebenenfalls sind neue Urkunden auszustellen.
- (6) Eine Entscheidung nach Abs.1 oder Abs.2 ist nach einer Frist von fünf Jahren ab dem Datum des Zeugnisses ausgeschlossen.

§ 39 Prüfungsgebühren

- (1) Sofern das Präsidium der Johann Wolfgang Goethe-Universität die Erhebung von Prüfungsgebühren aussetzt, finden die Absätze 2 und 3 keine Anwendung.
- (2) Die Prüfungsgebühren für die Masterprüfung einschließlich der Masterarbeit betragen insgesamt 100,- Euro.
- (3) Die Prüfungsgebühren werden in zwei hälftigen Raten fällig, und zwar die erste Rate bei der Beantragung der Zulassung zur Masterprüfung, die zweite Rate bei der Zulassung der Masterarbeit. Die Entrichtung der Prüfungsgebühren ist beim Prüfungsamt nachzuweisen.
- (4) Durch Beschluss des Fachbereichsrates des Fachbereichs Physik kann auf die Erhebung der Gebühren verzichtet werden.

§ 40 Einsicht in die Prüfungsunterlagen

- (1) Nach jeder Modulprüfung und nach Abschluss des gesamten Prüfungsverfahrens wird der oder dem Studierenden auf Antrag Einsicht in ihre oder seine schriftlichen Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten und in die Prüfungsprotokolle gewährt. Der Antrag ist bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Die oder der Vorsitzende bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.
- (2) Die Prüfungsakten sind vom Prüfungsamt des Fachbereichs Physik zu führen. Maßgeblich für die Aufbewahrungsfristen von Prüfungsunterlagen ist § 20 der Hessischen Immatrikulationsverordnung (HimmaVO).

§ 41 Einsprüche und Widersprüche gegen das Prüfungsverfahren und gegen Prüfungsentscheidungen

- (1) Gegen Entscheidungen der oder des Vorsitzenden des Prüfungsausschusses ist Einspruch möglich. Er ist bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses innerhalb von vier Wochen einzulegen. Über den Einspruch entscheidet der Prüfungsausschuss mit der Mehrheit seiner Mitglieder. Hilft er dem Einspruch nicht ab, erlässt er einen begründeten Ablehnungsbescheid, der mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen ist.
- (2) Widersprüche gegen das Prüfungsverfahren und gegen Prüfungsentscheidungen sind, sofern eine Rechtsbehelfsbelehrung erteilt wurde, innerhalb eines Monats, sonst innerhalb eines Jahres nach Bekanntgabe bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses (Prüfungsamt) einzulegen und schriftlich zu begründen. Hilft der Prüfungsausschuss, nach Stellungnahme der beteiligten Prüferinnen und Prüfer, dem Widerspruch nicht ab, erteilt die Präsidentin oder der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität einen begründeten Widerspruchsbescheid, der mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen ist.

Abschnitt XI: Schlussbestimmungen

§ 42 In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen

Diese Ordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im UniReport aktuell der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main (Satzungen und Ordnungen) in Kraft. Die Ordnung für den Masterstudiengang *Computational Science* der Johann Wolfgang Goethe-Universität vom 25.09.2006 tritt gleichzeitig außer Kraft. Studierende, die unter Geltung der

Ordnung vom 25.09.2006 das Masterstudium aufgenommen haben und dieses bei Inkrafttreten der neuen Ordnung noch nicht abschließen konnten, können das Masterstudium nach den Regelungen der Ordnung vom 25.09.2006 fortsetzen. Ein Anspruch auf die Aufrechterhaltung des in der Ordnung vom 25.09.2006 vorgesehenen Curriculums besteht dabei nicht. Vielmehr sind Studierende, die ihr Studium nach den Regelungen der Ordnung vom 25.09.2006 abschließen möchten, im Fall von nicht fortgeführten Lehrveranstaltungen des in der Ordnung vom 25.09.2006 vorgesehenen Curriculums darauf verwiesen, inhaltlich gleichwertige Lehrveranstaltungen in den beteiligten Fächern im Rahmen der Modulstruktur der Ordnung vom 25.09.2006 zu absolvieren: Die inhaltlich gleichwertigen Lehrveranstaltungen ersetzen dabei lediglich die nicht fortgeführten Lehrveranstaltungen der Ordnung vom 25.09.2006, die Leistungsanforderungen der Ordnung vom 25.09.2006 bleiben jedoch bestehen. Alternativ kann Studierenden, die unter Geltung der Ordnung vom 25.09.2006 das Masterstudium aufgenommen haben und dieses bei Inkrafttreten der neuen Ordnung noch nicht abschließen konnten, auf Antrag vom Prüfungsausschuss gestattet werden, ihr Studium nach den Regelungen der vorliegenden Ordnung fortzusetzen.

Frankfurt am Main, den 10. August 2011

Prof. Dr. Michael Huth
Dekan des Fachbereichs Physik

Impressum

UniReport Satzungen und Ordnungen erscheint unregelmäßig und anlassbezogen als Sonderausgabe des UniReport. Die Auflage wird für jede Ausgabe separat festgesetzt.

Herausgeber Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Anhang 1: Pflichtmodule

Modul	Veranstaltung	SWS	CP	Benotet?
1. Fachsemester				
B-SIM1	Modellierung und Simulation I	V4+P2	8	Ja
M-HL	Hochleistungsrechnerarchitektur	V3+Ü1	6	Ja
I+M	Nach Wahl aus Katalog (siehe unten)		6-10	Ja
2. Fachsemester				
M-SIM2	Modellierung und Simulation II	V4+P2	8	Ja
M-HL-PR	Praktikum Hochleistungsrechnerarchitektur	P4	6	Nein
I+M	Nach Wahl aus Katalog (siehe unten)		2-6	Ja
3. Fachsemester				
SPEZ1	Je nach Vertiefungsfach (siehe unten)		15	Nein
SPEZ2	Je nach Vertiefungsfach (siehe unten)		15	Nein
4. Fachsemester				
MA	Masterarbeit		30	Ja

Die Wahlpflichtalternativen des Moduls Informatik & Mathematik im MSc Computational Science (I+M) sind:

Veranstaltung	SWS	CP
Statistik	V2+Ü1	4
Differentialgleichungen	V4+Ü2	8
Lineare Partielle Differentialgleichungen	V4+Ü2	8
Einführung in die lineare Funktionalanalysis	V4+Ü2	8
Dynamische Systeme	V2+Ü1	4
Numerik von Differentialgleichungen	V4+Ü2	8
Numerik Partieller Differentialgleichungen	V4+Ü2	8
Stochastische Numerik	V2+Ü1	4
Monte-Carlo Methoden	V2+Ü1	4
Semidefinite Optimierung	V2+Ü1	4
Quadraturverfahren	V2+Ü1	4
Non-autonomous Dynamical Systems	V2+Ü1	4
Numerische Dynamik	V4+Ü2	8
Symbolisches Rechnen mit Gröbnerbasen	V4+Ü2	8
Human Computer Interaction	V2+Ü2	6
Zusatzpraktikum Modellierung & Simulation I	P2	4
Zusatzpraktikum Modellierung & Simulation II	P2	4

Die Wahlpflichtalternativen des Moduls Fachliche Spezialisierung 1 im MSc Computational Science (SPEZ1) sind, abhängig vom gewählten Vertiefungsfach:

Veranstaltung	Vertiefungsfach	SWS	CP
Fachliche Spezialisierung	sonst	3 Mon.	15
Modellierung & Simulation III	Wissenschaftliches Rechnen	V4+P4	15

Die Wahlpflichtalternativen des Moduls Fachliche Spezialisierung 2 im MSc Computational Science (SPEZ2) sind, abhängig vom gewählten Vertiefungsfach:

Veranstaltung	Vertiefungsfach	SWS	CP
Erarbeiten eines Projekts	sonst	3 Mon.	15
Modellierung & Simulation in der Industrie	Wissenschaftliches Rechnen	V3+Ü1	6
Spezielle Themen des wissenschaftlichen Rechnens	Wissenschaftliches Rechnen	V2+Ü2	6
Projektpraktikum Modellierung und Simulation	Wissenschaftliches Rechnen	P6	15
Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation	Wissenschaftliches Rechnen	S2	5
Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen	Wissenschaftliches Rechnen	S2	5
Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe	Wissenschaftliches Rechnen	S2	5
Numerische Strömungsmechanik	Wissenschaftliches Rechnen	S2	5
Computational Finance I	Wissenschaftliches Rechnen	S2	5
Computational Finance II	Wissenschaftliches Rechnen	S2	5

Anhang 2: Vertiefungsfächer und Wahlpflichtmodule

1) Wissenschaftliches Rechnen

Modul/Veranstaltung	SWS	CP
Modellierung und Simulation in der Industrie	V3+Ü1	6
Spezielle Themen des wissenschaftlichen Rechnens	V2+Ü2	6
Projektpraktikum Modellierung und Simulation	P6	15
Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation	S2	5
Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen	S2	5
Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe	S2	5
Numerische Strömungsmechanik	S2	5
Computational Finance I	S2	5
Computational Finance II	S2	5

2) Algorithmen für große Datenmengen

Modul/Veranstaltung	SWS	CP
Parallel and Distributed Algorithms	V3+Ü2	8
Effiziente Algorithmen	V4+Ü2	9
Approximationsalgorithmen	V3+Ü2	8
Algorithm Engineering 1	V3+Ü2	8
Algorithm Engineering 2	V3+Ü2	8
Visualisation	V2+Ü2	6
Praktikum Experimentelle Algorithmen	P4	8
Aktuelle Themen im Algorithm Engineering	S2	5
Seminar Algorithmen und Komplexität	S2	5

3) Computer Engineering

Modul/Veranstaltung	SWS	CP
Einführung in Verteilte Systeme	V3+Ü2	8
Systemverifikation	V3+Ü1	6
Rechnerarchitektur (Computer Architecture)	V3+Ü1	6
Eingebettete Systeme	V3+Ü1	6
Rechnergestützte Entwurfsverfahren in der Mikroelektronik (Electronic Design Automation)	V3+Ü1	6

4) Rechnergestützte Finanzmathematik

Modul	Veranstaltung	SWS	CP
RFM1	Numerik von Differentialgleichungen	V4+Ü2	8
RFM1	Computational Finance	V4+Ü2	8
RFM1	Quadraturverfahren	V2+Ü1	4
RFM1	Seminar Numerische Verfahren in der Finanzmathematik I	S2	4
RFM2	Einführung in die Stochastische Finanzmathematik	V2+Ü1	4
RFM2	Inverse Probleme in der Finanzmathematik	V2+Ü1	4
RFM2	Numerische Verfahren in der Finanzmathematik	V2+Ü1	4
RFM2	Numerik Partieller Differentialgleichungen	V2+Ü1	4
RFM2	Stochastische Numerik	V2+Ü1	4
RFM2	Seminar Numerische Verfahren in der Finanzmathematik II	S2	4

5) Neurowissenschaften

Modul	Veranstaltung	SWS	CP
THNEU1	Theoretical Neuroscience	V2	3
VMLEARN	Machine Learning	V2+Ü2	6
VCADS	Complex Adaptive Dynamical Systems	V4+Ü2	8
THNEU2	Methods for the Study of Complex Systems	V2+Ü1	4
THNEU2	Reinforcement Learning	V2	3
THNEU2	Unsupervised Learning	V2	3
THNEU2	Visual System: Neural Structure, Dynamics and Function	V2	3
THNEU2	Brain Dynamics	V2	3
THNEU2	Nonlinear Dynamics and Complex Systems	V2+Ü2	4
THNEU2	Systems Neuroscience	S2	4
M-CONS	Computational Neuroscience	V4+Ü2	8
B-AS1	Adaptive Systeme I	V2+Ü1	5
M-AS2	Adaptive Systeme II	V2+Ü1	5
M-NEURO-S	Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen	S2	5

6) Meteorologie und Klimaforschung

6.a) Module für Studierende ohne BSc in Meteorologie oder äquivalentem Abschluss

Modul	Veranstaltung	SWS	CP
EMETA	Allgemeine Meteorologie	V3+Ü2	6
EMETA	Allgemeine Klimatologie	V2+Ü1	4
EMETB	Atmospheric Dynamics 1	V2+Ü2	5
EMETB	Atmospheric Dynamics 2	V2+Ü2	5

6.b) Module für Studierende mit BSc in Meteorologie oder äquivalentem Abschluss

Modul	Veranstaltung	SWS	CP
FATDYN	Fortgeschrittene Theorie der Atmosphärendynamik und des Klimas 1	V2+Ü2	5
FATDYN	Fortgeschrittene Theorie der Atmosphärendynamik und des Klimas 2	V2+Ü2	5
KLIMA	Klimasystemmodellierung	V2+Ü2	5
KLIMA	Regionale Klimaprozesse	V2+Ü2	5

7) Geophysik und Kristallographie

Die Module GEO1B/2A werden in geraden Jahren angeboten, die Module GEO1A/2B in ungeraden. Bei Studienbeginn in ungeraden Jahren sind daher die Module GEO1A/1B zu durchlaufen, bei Studienbeginn in geraden Jahren die Module GEO2A/2B.

7.1) Studienbeginn in ungeraden Jahren

Modul	Veranstaltung	SWS	CP
GEO1A	Seismologie und Struktur des Erdkörpers	V3	4
GEO1A	Kristallographie/Kristallchemie	V3	4
GEO1A	Geodynamik: Plattentektonik und Rheologie	V2+Ü1	4
GEO1A	Numerische Methoden in der Geodynamik	V2+Ü1	4
GEO1B	Kristallchemie	V2	4
GEO1B	Kristallphysik	V2	4
GEO1B	Moderne Methoden der Mineralphysik	V2	4
GEO1B	Figur und Schwerefeld der Erde	V2+Ü1	4
GEO1B	Inversion geophysikalischer Daten	V3	4
GEO1B	Modellieren aktueller geophysikalischer Probleme mit COMSOL	Ü4	4

7.2) Studienbeginn in geraden Jahren

Modul	Veranstaltung	SWS	CP
GEO2A	Kristallographie/Kristallchemie	V3	4
GEO2A	Statistische Methoden	V2+Ü1	4
GEO2A	Digitale Signalverarbeitung 1: Fourier Methoden	V3	4
GEO2A	Geodynamik: Fluidtransport und Wärmetransport	V2+Ü1	4
GEO2A	Numerische Methoden in der Geodynamik	V2+Ü1	4
GEO2A	Magnetotellurik	V2+Ü1	4
GEO2B	Kristallchemie	V2	4
GEO2B	Kristallphysik	V2	4
GEO2B	Moderne Methoden der Mineralphysik	V2	4
GEO2B	Digitale Signalverarbeitung 2: Filterverfahren	V3	4
GEO2B	Magnetismus der Erde	V3	4
GEO2B	Modellieren aktueller geophysikalischer Probleme mit COMSOL	Ü4	4

8) Gittereichtheorie

Modul/Veranstaltung	SWS	CP
Einführung in die Quantenfeldtheorie und Standardmodell der Elementarteilchenphysik	V8+Ü2	8
Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie und Quantenchromodynamik	V8+Ü2	8
Quantum Theory on the Lattice	V2+Ü1	4
Statistische Physik und kritische Phänomene	V3+Ü1	6

9) Festkörperphysik

Modul/Veranstaltung	SWS	CP
Einführung in die Theoretische Festkörperphysik	V3+Ü2	6
Höhere Theoretische Festkörperphysik	V3+Ü2	6
Statistische Physik und kritische Phänomene	V3+Ü1	6
Ultrakalte Quantengase	V4+Ü2	8
Theoretische Quantenoptik	V4+Ü2	8
Vielteilchenphysik	V4+Ü2	8
Introduction to Quantum Many-Particle Theory	V2	3
Quantum Molecular Dynamics	V3	5
Density Functional Theory	V3	5

Der gleichzeitige Erwerb von CP in den Modulen *Vielteilchenphysik* und *Introduction to Quantum Many-Particle Theory* ist ausgeschlossen. Letzteres Modul dient der Vorbereitung auf die Module *Quantum Molecular Dynamics* und *Density Functional Theory*.

Modulhandbuch

M.Sc. Computational Science

22. Juni 2011

Erläuterungen zu den Einträgen:

- Unterscheidung Pflicht/Wahlpflichtmodul und Pflicht/Wahlpflichtveranstaltung: Es gibt Pflicht- und Wahlpflichtmodule, wobei erstere als Module absolviert werden müssen, auch wenn sie sich ihrerseits aus Wahlpflichtveranstaltungen aufbauen. Innerhalb eines Moduls kann es — unabhängig vom Charakter des Moduls selbst — Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen geben, wobei im Fall von Modulen aus einer einzigen Veranstaltung diese notwendigerweise Pflicht sein muss.
- Prüfungsmodalitäten: Im Falle von Modulabschlussprüfungen wurden die Prüfungsform und -bedingungen dem Modul zugeordnet, im Fall von Modulteilprüfungen notwendigerweise der Veranstaltung.
- WS+SS = sowohl im WS als auch im SS
- WS/SS = im WS oder im SS
- Deutsch/Englisch = Vorlesung wird auf Deutsch angeboten, es wird aber englischsprachige Literatur verwendet, Übungen und Prüfungen werden (auch) auf Englisch durchgeführt

1 Pflichtmodule

1.1 Kerncurriculum Core Curriculum

Modul:	B-SIM1	Modellierung und Simulation I			
Ziele:	Erlernen von Grundlagen der Modellierung und numerischen Simulation. Dazu insbesondere das Aufstellen von Differentialgleichungen und das Diskretisieren dieser.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundvorlesungen Mathematik.				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 180-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Modellierung und Simulation I		V4 + P2	8	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Modellierung und Simulation I				
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Vektoranalysis: Funktionen mehrerer Veränderlicher, Ableitungen und Integrale, Integralsätze. 2. Modellierung: Modellierungsansätze, Erhaltungsgleichungen, konstitutive Beziehungen. 3. Simulationsmethoden: <ol style="list-style-type: none"> (a) Finite Differenzen für gewöhnliche Differentialgleichungen, Konsistenz, Konvergenz, Stabilität. (b) Diskretisierungsverfahren für partielle Differentialgleichungen: Finite Differenzen, Finite Elemente. 				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der mathematischen Grundvorlesungen sowie der Lehrveranstaltung <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> , Programmierkenntnisse				

Modul:	M-SIM2	Modellierung und Simulation II			
Ziele:	Verstehen von iterativen Verfahren für große Gleichungssysteme und deren Komplexität. Verstehen von Mehrgitterverfahren, deren Eigenschaften und Konvergenzproblematik.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Modellierung und Simulation I</i>				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 180-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Modellierung und Simulation II		V4 + P2	8	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Modellierung und Simulation II				
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diskretisierungsverfahren: Finite-Volumen Methoden 2. Schnelle Löser für große Gleichungssysteme: Iterationsverfahren, Mehrgitterverfahren 				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der mathematischen Grundvorlesungen sowie der Lehrveranstaltungen <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> und <i>Modellierung und Simulation I</i> , Programmierkenntnisse				

Modul:	M-HL	Hochleistungsrechnerarchitektur			
Ziele:	Grundverständnis aller Elemente eines Hochleistungsrechners und der sich ergebenden verschiedenen Architekturen. Verständnis des Wechselspiels zwischen Hochleistungsrechner Architektur und Algorithmus und Fähigkeit, zur Entwicklung des optimalen Algorithmus auf modernen Architekturen. Programmierung mit Vektor Klassen, OpenMP, MPI.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Hochleistungsrechnerarchitektur		V3 + Ü1	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Hochleistungsrechnerarchitektur				
Inhalt:	Die Vorlesung vermittelt einen Einblick in den Aufbau, die Technologie und die Bewertung von modernen Hochleistungsrechnern. Sie beginnt mit einem Überblick über das Gebiet mit Schwerpunkt auf den verschiedenen Anforderungen an die Architektur. Es werden grundlegende Themen erörtert: wie HPC Netze, Synchronisation, Latenz, Overhead, Bandbreite, Cache Kohärenz, Sequenzielle Konsistenz, Vektorisierung, Nebenläufigkeit auf massiv parallelen Architekturen, etc. Das ganze Spektrum moderner Maschinen wird vorgestellt, unter anderem klein skalige SMP Systeme, groß skalige massiv parallele Systeme, NUMA und CC- NUMA Systeme, Message Passing Architekturen und Cluster Systeme. Kleinskalige SMP Systeme werden als Grundlage für das Verständnis von großskaligen Designs untersucht. Die Skalierbarkeit von Hochleistungsrechnern wird ausführlich untersucht.				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse aus den Bereichen Programmieren, Datenstrukturen				

Modul: M-HL-PR	Praktikum Hochleistungsrechnerarchitektur				
Ziele:	Praktische Erfahrung und Routine in der parallelen Programmierung. Verständnis des Zusammenspiels von Algorithmus, Cache und Netzwerk. Praktische Erfahrung mit Nebenläufigkeitsproblemen, Synchronisation und der Fehlersuche in parallelen Algorithmen.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Erbringen der Studienleistungen				
Modulprüfung:	keine				
Studienleistungen:	Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme; termingerechte Abgabe der Praktikumsaufgaben, Vorstellung und Demonstration der Ergebnisse				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Praktikum Hochleistungsrechnerarchitektur		P4	6	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Praktikum Hochleistungsrechnerarchitektur				
Inhalt:	Programmierung von SMP Maschinen, MPP Clustern und GPGPUs. Praktischer Umgang mit verschiedenen Programmierbibliotheken wie Vektor Klassen, OpenMP, MPI, CUA oder OpenCL. Entwicklung eigener paralleler Algorithmen, und Untersuchung derer Skalierbarkeit. Für die praktischen Übungen stehen verschiedene Parallelrechner des Frankfurter CSC, einschließlich der LOEWE-CSC Hochleistungsrechner für ausgewählte Übungen zur Verfügung.				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse aus den Bereichen Programmieren, Datenstrukturen				

1.2 Wahlmodul Informatik & Mathematik Required Electives Informatics & Mathematics

Modul:	I+M	Wahlmodul Informatik & Mathematik	
Ziele:	<p>Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Gebieten aus den Bereichen Informatik und Mathematik. Diese gewährleisten eine gewisse Breite der Ausbildung jenseits des vom Studierenden gewählten Spezialfachs und bereiten damit auch auf eine berufliche Tätigkeit außerhalb der Forschung vor. Das Modul stellt gleichzeitig die Lehrveranstaltung <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> als Wahloption bereit, die Studierenden, die zu Studienbeginn noch nicht über dieses Vorwissen verfügen, einen direkten Einstieg in das Curriculum ermöglicht. Auf der anderen Seite erlauben die Zusatzpraktika <i>Modellierung und Simulation I,II</i> Studierenden, die bereits über fundiertes Vorwissen in numerischer Mathematik verfügen, einen vertieften Einstieg in ein Thema des Kerncurriculums.</p> <p>Die Wahlpflichtveranstaltungen dieses Moduls können beliebig kombiniert werden, solange insgesamt mindestens 12 CP erreicht werden.</p> <p>Gemäß §12 (3) werden stets für mindestens so viele Lehrveranstaltungen des Moduls englischsprachige Lehrmaterialien bereitgestellt, auch englischsprachige Übungen durchgeführt und Prüfungen auch auf Englisch abgenommen, dass im WS 8 CP und im SS 4 CP erreicht werden können.</p>		
Credit Points:	12	Präsenzstudium: 4.5 CP	Selbststudium: 7.5 CP
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im WS
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine		
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung		
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet		
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science		

Verwendbarkeit:	MSc Computational Science			
Lehrveranstaltungen des Moduls	Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Statistik	V2 + Ü1	4	WP	WS
Differentialgleichungen	V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Lineare Partielle Differentialgleichungen	V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Einführung in die lineare Funktionalanalysis	V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Dynamische Systeme	V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Numerik von Differentialgleichungen	V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Numerik partieller Differentialgleichungen	V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Stochastische Numerik	V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Monte Carlo-Methoden	V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Semidefinite Optimierung	V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Quadraturverfahren	V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Non-autonomous Dynamical Systems	V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Numerische Dynamik	V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen	V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Human Computer Interaction	V2 + Ü2	6	WP	WS
Zusatzpraktikum Modellierung und Simulation I	P2	4	WP	WS
Zusatzpraktikum Modellierung und Simulation II	P2	4	WP	SS
Lehrveranstaltung:	Statistik			
Inhalt:	Darstellen von Daten, Lage und Skala, Schätzen mit Konfidenz, Testen von Hypothesen (Permutationstest, t-Test, Chi-Quadrat-Test), Likelihood, Lineare Modelle, Varianzanalyse, Regression und Korrelation, Datenanalyse mit dem statistischen Programmpaket R			
Unterrichtssprache:	Deutsch			
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse aus elementarer Stochastik			
Turnus:	jedes Jahr, WS			
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)			
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen			
Lehrveranstaltung:	Differentialgleichungen			

Inhalt:	Gewöhnliche Differentialgleichungen, Separation der Variablen. Spezielle gewöhnliche Differentialgleichungen. Existenz und Eindeutigkeit der Lösungen: Fixpunktiteration, Lipschitzbedingungen. Lineare Systeme: Exponential- und Fundamentalmatrizen, Resonanzstabilität. Frobeniusmethode, spezielle Funktionen, Sturm-Liouville-Theorie. Nichtlineare Systeme: Gleichgewichtspunkte, periodische Lösungen. Partielle Differentialgleichungen: Klassifikation, Wohlgestelltheit, Lösungsmethoden. Fourierreihen. Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung und Laplacegleichung in polaren und kartesischen Koordinaten.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Analysis</i> , <i>Höhere Analysis</i> , <i>Lineare Algebra</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Lineare Partielle Differentialgleichungen
Inhalt:	Darstellungsformeln für Lösungen grundlegender partieller Differentialgleichungen, Greenfunktionen, Sobolevräume, Randwertprobleme für elliptische und parabolische Gleichungen zweiter Ordnung, Existenz und Regularität schwacher Lösungen, Maximumsprinzipien
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Analysis I</i> , <i>Analysis II</i> , <i>Höhere Analysis</i> , <i>Lineare Algebra</i> und <i>Topologie</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Einführung in die lineare Funktionalanalysis
Inhalt:	Normierte Räume, Separabilität und Vollständigkeit, Satz von Baire, stetige lineare Operatoren, Hilberträume, Orthonormalsysteme, Satz von Riesz und adjungierte Operatoren, Satz von Hahn-Banach, Dualität und schwache Konvergenz, Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Analysis I</i> , <i>Analysis II</i> , <i>Höhere Analysis</i> , <i>Lineare Algebra</i> und <i>Topologie</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS

Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Dynamische Systeme
Inhalt:	Die Theorie der dynamischen Systeme umfasst ein weit gefächertes Gebiet, in dem unterschiedliche mathematische Methoden und Ansätze bereitgestellt werden, um die Beschreibung dynamischer Abläufe, wie sie in den Natur- und den Ingenieurwissenschaften und in neuerer Zeit auch den Wirtschaftswissenschaften vorwiegend durch Differential- oder Differenzgleichungen beschrieben wird, zu erfassen und zu charakterisieren. Einige Stichworte: Stabilität, Omega-Grenzmengen, Attraktoren, invariante Maße, hyperbolisches Verhalten, Lyapunov-Exponenten, invariante Mannigfaltigkeiten, Bifurkation, Entropie. In dieser Vorlesung sollen einige dieser Ansätze vorgestellt und untersucht werden.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Analysis I</i> , <i>Analysis II</i> , <i>Höhere Analysis</i> , <i>Topologie</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Numerik von Differentialgleichungen
Inhalt:	Gewöhnliche Differentialgleichungen: Einschrittverfahren, Differenzgleichungen, Mehrschrittverfahren, Runge-Kutta Methoden. Partielle Differentialgleichungen: Finite Differenzen, Zwei-Punkt-Randwertprobleme, Galerkin-Methoden, Numerische Lösung der Wärmeleitungs- und Wellengleichung. Stochastische Differentialgleichungen: Euler- und Milstein-Verfahren.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Numerik partieller Differentialgleichungen

Inhalt:	Diskretisierungsverfahren für partielle Differentialgleichungen, Finite Elemente, Finite Differenzen, Finite Volumen, Fehlerabschätzungen, Lösung von dünn besiedelten linearen Gleichungssystemen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Stochastische Numerik
Inhalt:	Systematische Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik, Elementare Stochastik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Monte Carlo-Methoden
Inhalt:	Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Semidefinite Optimierung

Inhalt:	Konische Optimierungsprobleme, semidefinite Optimierungsprobleme, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, Innere Punkte-Verfahren, Summen von Quadraten, SDP und reelle algebraische Geometrie, Positivstellensätze, Relaxationen von Lasserre und Parrilo
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	allgemeine mathematische Reife auf beginnendem Master-Niveau, insbesondere nützlich sind Vorkenntnisse in diskreter Mathematik und Algebra
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 20-minütige mündliche Prüfung oder eine 60-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Quadraturverfahren
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen: Integrationsprobleme, Integrationsmethoden, Kondition der Quadratur, Unsicherheit der Quadratur 2. Eindimensionale Quadraturverfahren: interpolatorische Verfahren, zusammengesetzte Verfahren, Extrapolationsverfahren, Transformationen 3. Mehrdimensionale Verfahren: interpolatorische Verfahren, Monte Carlo-Verfahren, Niederdiskrepanzfolgen, Lattice-Regeln, Dünngitterverfahren 4. Algorithmische Aspekte: Fehlerschätzung, Adaptivität, Verlässlichkeit und Effizienz, Parallelität 5. Anwendungen: Rechnergestützte Statistik, Integraltransformationen, Finite Elemente, Randelemente
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	zweijährlich, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Non-autonomous Dynamical Systems

Inhalt:	<p>1. Autonomous dynamical systems: Review of definitions and basic properties: semigroup formulation, invariant sets, omega limit sets, attractors, Lyapunov functions</p> <p>2. Nonautonomous dynamical systems: Process and skew product flow formulations, examples from difference and differential equations</p> <p>3. Attractors of nonautonomous dynamical systems: Invariant sets, forward and pullback attractors, entire solutions, pullback absorbing sets, existence of pullback attractors, comparison of nonautonomous attractor concepts</p> <p>4. Lyapunov functions for pullback attractors: Construction of invariant neighbourhoods and Lyapunov functions for pullback attractors</p> <p>5. Random dynamical systems: Brief comparison with skew products, random attractors</p>
Unterrichtssprache:	English
Erforderliche Vorkenntnisse:	content of courses <i>Analysis 1-3</i> (or equivalent), <i>Differential Equations</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Numerische Dynamik
Inhalt:	<p>Numerische Simulationen eines durch gewöhnliche Differentialgleichungen erzeugten dynamischen Systems machen Voraussagen über das Verhalten dieses Systems. Um solche Simulationen zu rechtfertigen, muss das Verhalten des durch die Differentialgleichungen erzeugten zeitkontinuierlichen Systems mit dem des durch das numerische Verfahren erzeugten zeitdiskreten Systems verglichen werden. In dieser Vorlesung wird zunächst in die Theorie der zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten dynamischen Systeme und deren Verhalten eingeführt. Anschließend wird die Wirkung von Zeitdiskretisierung durch Einschrittverfahren auf Attraktoren und Sattelpunkte untersucht.</p>
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Analysis, Höhere Analysis, Lineare Algebra, Numerische Mathematik
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen
Inhalt:	<p>Polynomiale Gleichungssysteme, kombinatorische kommutative Algebra, Gröbnerbasen und Polytope, torische Ideale, reelle Nullstellen, Gröbnerbasen und ganzzahlige Optimierung, Gitterpunkte in Polytopen, Ehrhart-Polynome</p>

Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	allgemeine mathematische Reife auf beginnendem Master-Niveau, insbesondere nützlich sind Vorkenntnisse in diskreter Mathematik und Algebra
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Human Computer Interaction
Inhalt:	<p>Human-Computer Interaction (Mensch-Maschine Interaktion/Kommunikation) ist die Disziplin, die sich mit der Gestaltung, der Evaluation und der Implementierung interaktiver Programme für einen menschlichen Benutzer beschäftigt. Bestandteil ist die Untersuchung begleitender psychologischer, arbeitswissenschaftlicher und ergonomischer Phänomene. Einzelthemen dieses Moduls sind: Grundsätzliche Leistungsfähigkeiten von Menschen und Maschinen; Struktur der Kommunikation zwischen Menschen und Maschinen; Menschliche Fähigkeiten zur Benutzung von Maschinen (inklusive der Erlernbarkeit von Benutzungsschnittstellen); Algorithmen für und Programmierung von Benutzungsschnittstellen; Engineering Aspekte zur Gestaltung und Implementierung von Benutzungsschnittstellen; Prozesse der Spezifikation, des Designs und der Implementierung; Gestalterische Ansätze und notwendige Kompromisse; Usability (Benutzbarkeit oder Bedienungsfreundlichkeit eines interaktiven Systems): Anforderungen, Ziele, Maße; User Interface Guidelines, Object-Action Interface Model; Managen des Design-Prozesses: Methodiken, Partizipatorisches Design; Szenariobasiertes Design; Evaluierung von Benutzungsschnittstellen; Software-Tools: Spezifikationsmethoden, User Interface Builder; Interaktionsformen: Direct Manipulation und Virtuelle Umgebungen, Menüs, Formulare und Dialoge, Kommandoschnittstellen und natürlichsprachliche Interaktion; Interaktionsgeräte; Computergestützte Zusammenarbeit.</p> <p>Die Studierenden lernen in diesem Modul, welche Prinzipien bei der Gestaltung effektiver Benutzungsschnittstellen zu beachten sind und wie diese umgesetzt werden können. Im Einzelnen wird die Vermittlung folgender Kompetenzen und Qualifikationen angestrebt:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Anwendungskompetenz im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion. (2) Evaluationskompetenz im Bereich Benutzungsschnittstellen. (3) Theoretische Kompetenz in den Bereichen: Mensch-Maschine-Interaktion, Wahrnehmungs- und Kognitionspsychologie, Arbeitswissenschaften, Graphik- und Industriedesign. (4) Gestaltungskompetenz zu komplexen Mensch-Maschine-Wechselwirkungen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	
Turnus:	jedes Jahr, WS

Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine
Lehrveranstaltung:	Zusatzpraktikum Modellierung und Simulation I
Inhalt:	ergänzende Programmieraufgaben zur Lehrveranstaltung <i>Modellierung und Simulation I</i>
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> , Programmierkenntnisse
Turnus:	jedes Jahr, WS
Prüfungsform:	Eine Beurteilung findet durch die praktische Arbeit und den anschließenden Vortrag statt (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine
Lehrveranstaltung:	Zusatzpraktikum Modellierung und Simulation II
Inhalt:	ergänzende Programmieraufgaben zur Lehrveranstaltung <i>Modellierung und Simulation II</i>
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der mathematischen Grundvorlesungen und der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> , Programmierkenntnisse.
Turnus:	jedes Jahr, SS
Prüfungsform:	Eine Beurteilung findet durch die praktische Arbeit und den anschließenden Vortrag statt (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine

1.3 Fachliche Spezialisierung Specialization

Modul:	SPEZ1 Fachliche Spezialisierung 1 im MSc Computational Science		
Ziele:	<p>Das Modul vermittelt die fachlichen und methodischen Grundlagen für die eigenständige Bearbeitung eines Forschungsprojektes und führt damit unmittelbar auf die Masterarbeit hin. Diese Hinführung erfolgt, je nach Vertiefungsfach, auf unterschiedliche Art und Weise. Mögliche Formen der fachlichen Hinführung auf die Masterarbeit sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige Erarbeitung von Hintergrundwissen sowie selbstständige Einarbeitung in das Spezialgebiet, auf dem die Masterarbeit geplant ist, angeleitet durch den vorgesehenen Betreuer oder die vorgesehene Betreuerin der Masterarbeit. Durch die Einbindung in eine Arbeitsgruppe wird gleichzeitig die Arbeit in einem Forschungsteam und das optimale Nutzen informellen Wissens im Nahfeld gelernt. • Besuch von Vorlesungen, Praktika und/oder Seminaren, die das Hintergrundwissen für eine Masterarbeit bereitstellen. <p>Die im Modul zu absolvierende Lehrveranstaltung hängt vom gewählten Vertiefungsfach ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Im Fall des Vertiefungsfachs <i>Wissenschaftliches Rechnen</i> ist die Lehrveranstaltung <i>Modellierung & Simulation III</i> zu besuchen. • Im Fall aller anderen Vertiefungsfächer ist der Besuch der Lehrveranstaltung <i>Fachliche Spezialisierung</i> Pflicht. In deren Rahmen kann der Betreuer oder die Betreuerin der geplanten Masterarbeit zwecks Einarbeitung des oder der Studierenden in das Thema der Arbeit den Besuch von zusätzlichen, nicht zuvor absolvierten Lehrveranstaltungen einschließlich des Erwerbs der zugehörigen CP vorsehen. Der Inhalt dieser Lehrveranstaltungen orientiert sich unmittelbar am Thema der Masterarbeit, wobei der Besuch beliebiger Lehrveranstaltungen aus den Studiengängen der Fachbereiche Geowissenschaften/Geographie, Informatik und Mathematik und Physik vorgesehen werden kann. Der Umfang dieser zusätzlichen Lehrveranstaltungen überschreitet dabei 15 CP nicht. Der im Rahmen der Lehrveranstaltung <i>Fachliche Spezialisierung</i> zu erbringende Arbeitsumfang reduziert sich entsprechend um die Zahl die CP, die in diesen zusätzlichen Lehrveranstaltungen erworben wurden. 		
Credit Points:	15	Präsenzstudium: 4–8 CP	Selbststudium: 7–11 CP
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine		
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Erbringen der Studienleistungen		

Modulprüfung:	grundsätzlich keine; Auf vorherigen Antrag des oder der Studierenden können anstelle der Studienleistungen auch form- und inhaltsgleiche Prüfungsleistungen erbracht werden, deren Note entsprechend dem CP-Umfang der jeweiligen Lehrveranstaltung in die Gesamtnote eingeht. An die Stelle eines Fachgesprächs tritt hierbei eine mündliche Prüfung. Die Vorschriften über Prüfungsleistungen, insbesondere über deren beschränkte Wiederholbarkeit, finden Anwendung.				
Studienleistungen:	Form je nach gewähltem Vertiefungsfach: <ul style="list-style-type: none"> • im Fall der Lehrveranstaltung <i>Modellierung & Simulation III</i>: je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen ein Fachgespräch oder eine 180-minütige Klausur • im Fall der Lehrveranstaltung <i>Fachliche Spezialisierung</i>: Vortrag über das für die Masterarbeit ausgewählte Spezialgebiet 				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Fachliche Spezialisierung		3 Mon.	15	WP	WS+SS
Modellierung und Simulation III		V4 + P4	15	WP	WS
Lehrveranstaltung:	Fachliche Spezialisierung				
Inhalt:	Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und die fachlichen und methodischen Grundlagen an einem Beispiel aus einem Forschungsgebiet. Eigenständige Literaturrecherche zum Stand der Forschung.				
Unterrichtssprache:	Englisch oder Deutsch je nach gewählter Arbeitsgruppe				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der im jeweiligen Spezialgebiet angebotenen, fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen				
Lehrveranstaltung:	Modellierung und Simulation III				
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schnelle Löser für große Gleichungssysteme: Spezielle Mehrgitterverfahren. 2. Anwendungen: Hier kommen Anwendungen aus Biologie, Medizin, Physik u.a. zur Diskussion. 				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der mathematischen Grundvorlesungen sowie der Lehrveranstaltung <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> , Programmierkenntnisse				

Modul:	SPEZ2	Fachliche Spezialisierung 2 im MSc Computational Science	
Ziele:	<p>Das Modul führt unmittelbar auf die Masterarbeit hin. Diese Hinführung erfolgt, je nach Vertiefungsfach, auf unterschiedliche Art und Weise. Mögliche Formen der fachlichen Hinführung auf die Masterarbeit sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständiges Erarbeiten eines wissenschaftlichen Projekts, das als Ausgangspunkt für die geplante Masterarbeit dienen kann, angeleitet durch den Betreuer der Masterarbeit. • Besuch von Vorlesungen, Praktika und/oder Seminaren, die das Hintergrundwissen für eine Masterarbeit bereitstellen. <p>Die im Modul zu absolvierende(n) Lehrveranstaltung(en) hängen vom gewählten Vertiefungsfach ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Für alle Vertiefungsfächer außer dem <i>Wissenschaftlichen Rechnen</i> ist der Besuch der Veranstaltung <i>Erarbeiten eines Projekts</i> Pflicht. • Im Fall des Vertiefungsfachs <i>Wissenschaftliches Rechnen</i> besteht eine Wahlpflicht zwischen den übrigen, unten aufgeführten Lehrveranstaltungen. Insgesamt müssen dabei 15 CP erworben werden. In diesem Fall erfolgt die Modulprüfung kumulativ. Die Teilnahme an Lehrveranstaltungen, die in diesem Modulhandbuch im Rahmen mehrerer Module als mögliche Wahlpflichtoptionen aufgeführt sind, ist nur im Rahmen eines Moduls nach Wahl des oder der Studierenden möglich. Studien- und Prüfungsleistungen, die für eine solche Lehrveranstaltung erbracht wurden, können nur für ein Modul angerechnet werden. 		
Credit Points:	15	Präsenzstudium: 4–8 CP	Selbststudium: 7–11 CP
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine		
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Erbringen der Studienleistungen		
Modulprüfung:	<p>grundsätzlich keine; Auf vorherigen Antrag des oder der Studierenden können anstelle der Studienleistungen auch form- und inhaltsgleiche Prüfungsleistungen erbracht werden, deren Note entsprechend dem CP-Umfang der jeweiligen Lehrveranstaltung in die Gesamtnote eingeht. An die Stelle eines Fachgesprächs tritt hierbei eine mündliche Prüfung. Die Vorschriften über Prüfungsleistungen, insbesondere über deren beschränkte Wiederholbarkeit, finden Anwendung.</p>		

Studienleistungen:	Form je nach gewähltem Vertiefungsfach: <ul style="list-style-type: none"> • im Fall des Vertiefungsfachs <i>Wissenschaftliches Rechnen</i>: Studienleistungen je nach gewählter Veranstaltung <ul style="list-style-type: none"> – <i>Modellierung und Simulation in der Industrie, Spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens</i>: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen ein Fachgespräch oder eine 180-minütige Klausur – <i>Projektpraktikum Modellierung und Simulation</i>: Eine Beurteilung findet durch die praktische Arbeit und den anschließenden Vortrag statt – im Fall aller Seminare: Vortrag mit anschließender Diskussion • im Fall aller anderen Vertiefungsfächer, d.h. der Lehrveranstaltung <i>Erarbeiten eines Projekts</i>: schriftliche Ausarbeitung einer Projektskizze 				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls	Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.	
Erarbeiten eines Projektes	3 Mon.	15	WP	WS+SS	
Modellierung und Simulation in der Industrie	V3 + Ü1	6	WP	WS	
Spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens	V2 + Ü2	6	WP	WS	
Projektpraktikum Modellierung und Simulation	P6	15	WP	WS	
Seminar Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation	S2	5	WP	WS+SS	
Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen	S2	5	WP	WS+SS	
Seminar Numerische Strömungsmechanik	S2	5	WP	WS+SS	
Seminar Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe	S2	5	WP	WS+SS	
Seminar Computational Finance 1	S2	5	WP	WS+SS	
Seminar Computational Finance 2	S2	5	WP	WS+SS	
Lehrveranstaltung:	Erarbeiten eines Projektes				
Inhalt:	Schriftliche Ausarbeitung einer Projektskizze auf einem aktuellen Gebiet der Forschung.				
Unterrichtssprache:	Englisch oder Deutsch je nach gewählter Arbeitsgruppe				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der im jeweiligen Spezialgebiet angebotenen, fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen				
Lehrveranstaltung:	Modellierung und Simulation in der Industrie				

Inhalt:	Es wird die Modellierung und Simulation von Problemen aus der Industrie beschrieben. Typische Vorgehensweisen werden dargestellt. Vertreter aus Forschung und Industrie stellen diese selbst vor.
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der mathematischen Grundvorlesungen, der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> sowie der <i>Modellierung und Simulation I-III</i> , Programmierkenntnisse.
Lehrveranstaltung:	Spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens
Inhalt:	Es werden spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens behandelt.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen
Lehrveranstaltung:	Projektpraktikum Modellierung und Simulation
Inhalt:	Das Projektpraktikum führt in die Projektarbeit ein. Die zu lösende Aufgabe ist Teil eines interdisziplinären Forschungsprojekts. Ihre Bearbeitung erfordert die Einarbeitung in das Projekt und die kooperative Bearbeitung in einer Gruppe. Typische Themenbereiche sind: Umwelt, Energie, Biologie, Medizin, Strömungen, Mechanik, Kraftfahrzeuge, Finanz und Akustik.
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerik</i> und mathematischen Grundvorlesungen, Programmierkenntnisse
Lehrveranstaltung:	Seminar Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Methoden und Anwendungen der Modellierung und Simulation. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen
Lehrveranstaltung:	Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit der Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen
Lehrveranstaltung:	Seminar Numerische Strömungsmechanik
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit der Modellierung von Problemen aus dem Bereich der numerischen Strömungsmechanik. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen

Lehrveranstaltung:	Seminar Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit der Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen
Lehrveranstaltung:	Seminar Computational Finance 1
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Problemen aus dem Bereich Computational Finance. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen
Lehrveranstaltung:	Seminar Computational Finance 2
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Problemen aus dem Bereich Computational Finance. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen

1.4 Masterarbeit Master Thesis

Modul:	MACS	Masterarbeit			
Ziele:	Die Masterarbeit dient der wissenschaftlichen Ausbildung. In ihr soll die oder der Studierende zeigen, dass sie oder er in der Lage ist, eine definierte wissenschaftliche Aufgabenstellung aus einem Fachgebiet selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. In der für das Masterprojekt gewählten Fachrichtung muss jede bzw. jeder Studierende unter Anleitung einer wissenschaftlichen Betreuerin oder eines wissenschaftlichen Betreuers eine aktuelle wissenschaftliche Fragestellung bearbeiten.				
Credit Points:	30	Präsenzstudium: 20.0 CP	Selbststudium: 10.0 CP		
Angebotsturnus:	permanent	Dauer: einsemestrig	Beginn: jederzeit		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: ausführliche, schriftliche Darstellung des Masterprojekts und seiner Ergebnisse in Form einer Masterarbeit, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Masterarbeit		6 Mon.	30	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Masterarbeit				
Inhalt:	Eigenständige wissenschaftliche Arbeit zu einem mit dem Betreuer bzw der Betreuerin vereinbarten aktuellen Problem der Forschung, unter Anleitung durch den Betreuer bzw die Betreuerin				
Unterrichtssprache:	Deutsch oder Englisch je nach gewählter Arbeitsgruppe				
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine				

2 Wahlpflichtmodule

2.1 Vertiefungsfach Wissenschaftliches Rechnen Specialization Scientific Computing

Modul:	M-SIMI	Modellierung und Simulation in der Industrie			
Ziele:	Verstehen der Umsetzung der Modellierungs- und Simulationsmethoden auf konkrete Anwendungsprobleme.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 180-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Modellierung und Simulation in der Industrie		V3 + Ü1	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Modellierung und Simulation in der Industrie				
Inhalt:	Es wird die Modellierung und Simulation von Problemen aus der Industrie beschrieben. Typische Vorgehensweisen werden dargestellt. Vertreter aus Forschung und Industrie stellen diese selbst vor.				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der mathematischen Grundvorlesungen, der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i> sowie der <i>Modellierung und Simulation I-III</i> , Programmierkenntnisse.				

Modul: M-STWR	Spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens				
Ziele:	Anwendung von numerischen Methoden bei speziellen Problemen.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder 180-minütige Klausur je nach Teilnehmerzahl, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens		V2 + Ü2	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens				
Inhalt:	Es werden spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens behandelt.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen				

Modul: M-SIMP-PR	Projektpraktikum Modellierung und Simulation				
Ziele:	Erlernen von Projektarbeit				
Credit Points:	15	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 12.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Modellierung und Simulation I,II</i>				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Eine Beurteilung findet durch die praktische Arbeit und den anschließenden Vortrag statt, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Projektpraktikum Modellierung und Simulation		P6	15	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Projektpraktikum Modellierung und Simulation				
Inhalt:	Das Projektpraktikum führt in die Projektarbeit ein. Die zu lösende Aufgabe ist Teil eines interdisziplinären Forschungsprojekts. Ihre Bearbeitung erfordert die Einarbeitung in das Projekt und die kooperative Bearbeitung in einer Gruppe. Typische Themenbereiche sind: Umwelt, Energie, Biologie, Medizin, Strömungen, Mechanik, Kraftfahrzeuge, Finanz und Akustik.				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerik</i> und mathematischen Grundvorlesungen, Programmierkenntnisse				

Modul: M-SIM-S	Seminar Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation				
Ziele:	Herangehensweise an Problemen zur Modellierung und Simulation.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jedes Semester	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS und SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; Vortrag mit anschließender Diskussion, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation		S2	5	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation				
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Methoden und Anwendungen der Modellierung und Simulation. Es werden Originalarbeiten besprochen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen				

Modul: M-NEURO-S	Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen				
Ziele:	Vermittlung der physikalisch/mathematischen Herangehensweise an Problemen der Neurosimulation.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jedes Semester	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS und SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; Vortrag mit anschließender Diskussion, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen		S2	5	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen				
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit der Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen. Es werden Originalarbeiten besprochen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen				

Modul: M-NUMS-S	Seminar Numerische Strömungsmechanik				
Ziele:	Heranführung in die Problemstellungen aus dem Bereich der Strömungsmechanik.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jedes Semester	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS und SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; Vortrag mit anschließender Diskussion, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Numerische Strömungsmechanik		S2	5	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Numerische Strömungsmechanik				
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit der Modellierung von Problemen aus dem Bereich der numerischen Strömungsmechanik. Es werden Originalarbeiten besprochen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen				

Modul: M-TRANS-S	Seminar Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe				
Ziele:	Vermittlung der physikalisch/mathematischen Herangehensweise an Transportproblemen in Biogewebe.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jedes Semester	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS und SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; Vortrag mit anschließender Diskussion, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe		S2	5	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe				
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit der Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe. Es werden Originalarbeiten besprochen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen				

Modul: M-COFI-S	Seminar Computational Finance 1			
Ziele:	Mathematische Behandlung von Fragestellungen aus dem Bereich Finance.			
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP	
Angebotsturnus:	jedes Semester	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS und SS	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine			
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung			
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; Vortrag mit anschließender Diskussion, benotet			
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine			
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik			
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science			
Lehrveranstaltungen des Moduls	Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Computational Finance 1	S2	5	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Computational Finance 1			
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Problemen aus dem Bereich Computational Finance. Es werden Originalarbeiten besprochen.			
Unterrichtssprache:	Deutsch			
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen			

Modul: M-COFI2-S	Seminar Computational Finance 2				
Ziele:	Mathematische Behandlung von Fragestellungen aus dem Bereich Finance.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jedes Semester	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS und SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; Vortrag mit anschließender Diskussion, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Computational Finance 2		S2	5	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Computational Finance 2				
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Problemen aus dem Bereich Computational Finance. Es werden Originalarbeiten besprochen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen				

2.2 Vertiefungsfach Algorithmen für große Datenmengen Specialization Algorithms for Large Data Sets

Modul:	M-PDA	Parallel and Distributed Algorithms			
Ziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Grundverständnis paralleler Paradigmen und Techniken. - Kennenlernen der inhärenten Parallelisierungs-Probleme und Grenzen - Erlangen von Basiswissen, welches in späteren Vorlesungen architekturenspezifisch erweitert wird. 				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 2.5 CP	Selbststudium: 5.5 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	Keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Parallel and Distributed Algorithms		V3 + Ü2	8	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Parallel and Distributed Algorithms				
Inhalt:	<p>Die Vorlesung vermittelt einen ersten Einblick in Design und Analyse paralleler Algorithmen. Die wichtigsten Techniken und Paradigmen des Entwurfs paralleler Algorithmen werden vorgestellt. Es werden insbesondere parallele Ansätze zu folgenden Themenkreisen behandelt: Fragestellungen der linearen Algebra, Listen und Bäume, Suchen und Sortieren, Graphen, Geometrie, sowie Randomisierung. Weiterhin wird kurz auf die Grenzen der Parallelisierbarkeit eingegangen.</p> <p>Das in der Vorlesung benutzte formale Berechnungsmodell ist das PRAM/shared memory Modell. Die Algorithmen werden jedoch im sog. Work-Time Framework präsentiert, welches architektur-unabhängig ist.</p>				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse aus den Bereichen Algorithmen und Datenstrukturen				

Modul:	M-EAL	Effiziente Algorithmen			
Ziele:	Die Vermittlung wichtiger Entwurfs- und Analyseprinzipien, bzw. die Beschreibung und Analyse fundamentaler Algorithmen für deterministische, randomisierte oder Online-Berechnungen soll den eigenständigen Entwurf von effizienten Algorithmen ermöglichen. Ein weiteres Ziel ist die Fähigkeit, eine algorithmische Lösung im Hinblick auf ihre Effizienz fundiert beurteilen zu können.				
Credit Points:	9	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 6.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 180-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Effiziente Algorithmen		V4 + Ü2	9	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Effiziente Algorithmen				
Inhalt:	<p>Ein zentrales Problem der Informatik ist der Entwurf von ressourcenschonenden Algorithmen. In der Veranstaltung werden deshalb fundamentale Fragestellungen im Entwurf und in der Analyse effizienter sequentieller Algorithmen und Datenstrukturen besprochen. Eine Auswahl der folgenden Themengebiete wird behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwurfsmethoden für randomisierte Algorithmen wie etwa Stichproben, Fingerprinting und Random Walks. • Der Entwurf und die Analyse von Online-Algorithmen mit kleinem Wettbewerbsfaktor. • Die algorithmische Lösung wichtiger Probleme wie etwa Matching, Flüsse in Netzwerken, lineare Programmierung, String Matching oder algorithmische Probleme der Zahlentheorie. • Methoden des Algorithm Engineering. 				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Die Veranstaltung Elementare Stochastik M2b im Modul B-M2b.				

Modul:	M-APA	Approximationsalgorithmen			
Ziele:	Die Vermittlung wichtiger Entwurfsprinzipien für Heuristiken soll den eigenständigen Entwurf von Optimierungs- oder Approximationsalgorithmen ermöglichen. Des Weiteren werden Analysemethoden bereitgestellt, um die Approximationsgüte vorgeschlagener Algorithmen beurteilen zu können. Lückenbewahrende Reduktionen im Zusammenspiel mit dem PCP Theorem zeigen die Grenzen effizienter Approximierbarkeit auf und vervollständigen somit den Entwurfsprozess.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 2.5 CP	Selbststudium: 5.5 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 180-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Approximationsalgorithmen		V3 + Ü2	8	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Approximationsalgorithmen				
Inhalt:	Der erste Teil der Veranstaltung behandelt effiziente Optimierungsalgorithmen. Insbesondere werden Greedy-Algorithmen und Matroide, dynamische Programmierung und die lineare Programmierung (Simplex und Interior Point Verfahren) beschrieben und im Detail analysiert. Der zweite Teil ist der Approximation von NP-harten Optimierungsproblemen gewidmet, wobei auf der linearen Programmierung aufbauende Heuristiken eine wichtige Rolle spielen. Desweiteren werden neben maßgeschneiderten Heuristiken für fundamentale Optimierungsprobleme (wie etwa das Travelling Salesman Problem, Bin Packing Scheduling und Clustering Probleme) auch allgemeine Entwurfsprinzipien (lokale Suchverfahren, Branch & Bound, genetische Algorithmen, Lin-Kernighan und Kernighan-Lin) vorgestellt. Der dritte Teil der Vorlesung befasst sich mit der Frage, welche Approximationsgüte mit effizienten Algorithmen überhaupt erreicht werden kann. Dazu wird das Konzept der PCP Komplexitätsklassen (Probabilistically Checkable Proofs), das PCP Theorem und lückenbewahrende Reduktionen zwischen Optimierungsproblemen eingeführt.				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				

Erforderliche Vorkenntnisse:	Veranstaltungen aus dem Modul B-GL sind hilfreich.
---------------------------------	--

Modul:	M-AE1	Algorithm Engineering 1			
Ziele:	Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen sollen die Fähigkeit zur Anwendung der Methoden des Algorithm Engineering erwerben. Weiterhin sollen sie die Fähigkeit zum Entwurf und zur Durchführung von Computerexperimenten zur Algorithmenanalyse erlangen.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 2.5 CP	Selbststudium: 5.5 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 180-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Algorithm Engineering 1		V3 + Ü2	8	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Algorithm Engineering 1				
Inhalt:	<p>Ziel des Algorithm Engineering ist es, durch die enge Kopplung von Entwurf, Analyse, Implementierung und Experimenten die oft vorhandene Kluft zwischen Theorie und Praxis des Algorithmenentwurfs zu überbrücken. Eine Auswahl der folgenden Themengebiete wird behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realistische Eingabemodelle einschließlich Average-Case Komplexität und Smoothed Analysis. • Realistische Computermodelle (z.B. Speicherhierarchien). • Heuristiken und experimentelle Evaluierung. • Robustheit, z.B. zertifizierende Algorithmen, exakte Arithmetik. • Fallstudien und Algorithmen-Bibliotheken. 				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Keine.				

Modul:	M-AE2	Algorithm Engineering 2			
Ziele:	Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen sollen die Fähigkeit erwerben, die Möglichkeiten und Beschränkungen moderner Hardware zu erkennen und diese algorithmisch auszunutzen.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 2.5 CP	Selbststudium: 5.5 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 180-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Algorithm Engineering 2		V3 + Ü2	8	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Algorithm Engineering 2				
Inhalt:	<p>Die Vorlesung liefert einen vertieften Einblick bzgl. der Verarbeitung großer Datenmengen auf fortgeschrittenen Rechnermodellen. U.a. werden Algorithmen und Datenstrukturen für folgende Themengebiete behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • External-Memory & Cache-Oblivious Algorithms. • Streaming Algorithms. • Resilient Algorithms & Wear-Leveling. 				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Algorithm Engineering 1</i> und der <i>Effiziente Algorithmen</i>				

Modul:	M-VIS	Visualisation			
Ziele:	Understand the principles of visualisation; knowledge of methods and algorithms for different types of data and visualisation goals, competences in the use of visualisation systems, theoretical competences of the principles and the background, design competences, auto-didactic competences				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Visualisation		V2 + Ü2	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Visualisation				
Inhalt:	Principles of visualization, goals, processes, visualization variables, visualization of multidimensional data sets, volume visualization, flow visualization, information visualisation				
Unterrichtssprache:	English				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Programming skills in C and/or C++ and/or Java				

Modul: M-EXA-PR	Praktikum Experimentelle Algorithmen				
Ziele:	Anwendungskompetenz in der Entwicklung, Programmierung und Auswertung/Dokumentation effizienter Heuristiken. Erfahrung mit dem Gebrauch von Software-Bibliotheken. Teamkompetenz.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 6.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Erbringen der Studienleistungen				
Modulprüfung:	keine				
Studienleistungen:	regelmäßige Teilnahme an den Besprechungen sowie termingerechte Implementierung der Aufgaben, inkl. Vorführung und angemessener Dokumentation				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Praktikum Experimentelle Algorithmen		P4	8	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Praktikum Experimentelle Algorithmen				
Inhalt:	Das Praktikum soll in Entwurf, Implementierung und experimentelle Analyse von Algorithmen und Datenstrukturen mit heuristischen Komponenten einführen. Dabei können Methoden des Algorithm Engineering an konkreten Fallbeispielen erprobt werden. Insbesondere kann Rapid Prototyping durch den Einsatz von Software-Bibliotheken vermittelt werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Robustheit von Implementierungen (z.B. Ergebnisverifikation durch Zertifikate oder exakte Arithmetik).				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse in imperativ objektorientierten Programmiersprachen wie C++. Kenntnisse aus <i>Algorithm Engineering 1</i> und <i>Algorithm Engineering 2</i> sind hilfreich.				

Modul:	M-AE-S	Aktuelle Themen im Algorithm Engineering			
Ziele:	Lernziele: Das Kennenlernen neuester Forschungsergebnisse im Gebiet Algorithm Engineering, das Verstehen wissenschaftlicher Originaltexte, die Fähigkeit zur Einordnung der Inhalte und Aussagen, sowie deren Wiedergabe in eigener Darstellung in einem begrenztem Zeitrahmen.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Aktuelle Themen im Algorithm Engineering		S2	5	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Aktuelle Themen im Algorithm Engineering				
Inhalt:	Aktuelle Themen im Algorithm Engineering sind anhand von Originalarbeiten und ergänzender Literatur vorzustellen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen <i>Algorithm Engineering 1</i> und <i>Algorithm Engineering 2</i> sind hilfreich.				

Modul:	M-AK-S	Seminar Algorithmen und Komplexität			
Ziele:	Das Kennenlernen neuester Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Algorithmen und Komplexität, das Verstehen wissenschaftlicher Originaltexte, die Fähigkeit zur Einordnung der Inhalte und Aussagen sowie deren Wiedergabe in eigener Darstellung in einem begrenztem Zeitrahmen.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Algorithmen und Komplexität		S2	5	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Algorithmen und Komplexität				
Inhalt:	Aktuelle Themen im Entwurf und in der Analyse von Algorithmen sowie Fragestellungen aus der Komplexitätstheorie sind anhand von Originalarbeiten und ergänzender Literatur schriftlich und mündlich vorzustellen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Keine.				

2.3 Vertiefungsfach Computer Engineering Specialization Computer Engineering

Modul:	B-VS	Einführung in Verteilte Systeme			
Ziele:	Die grundlegenden Architekturen und Protokolle verteilter Systeme sollen verstanden werden und Evolutionsperspektiven verteilter Systeme eingeschätzt werden können.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 2.5 CP	Selbststudium: 5.5 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Einführung in Verteilte Systeme		V3 + Ü2	8	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Einführung in Verteilte Systeme				
Inhalt:	Die Vorlesung führt in die technischen Grundlagen und in die Strukturierung von Kommunikationssystemen und Protokollen ein, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen von Daten-, Audio-, Video- und Multimediakommunikation an die Übertragungsqualität. Es werden allgemeine Prinzipien der Verteilung von Daten, Funktionen, Berechnungen und deren Kontrolle behandelt. Darüberhinaus wird auf Aspekte der Hochgeschwindigkeitsübertragung und der Mobilkommunikation eingegangen. Verdeutlicht werden die Themenkomplexe an modernen Technologien des Internet, World Wide Web und Grid Computing.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine				

Modul:	M-SV	Systemverifikation			
Ziele:	Es soll ein Verständnis zur effektiven automatischen Validierung von Schaltungen entwickeln werden. Durch Rechnerübungen wird der praktische Umgang und die dabei auftretenden Schwierigkeiten von automatischer Verifikation erlernt. Schließlich sollen die Studierenden in der Lage sein, Verifikationsmethoden beurteilen und für den richtigen Einsatz auswählen zu können.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Systemverifikation		V3 + Ü1	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Systemverifikation				
Inhalt:	Die Vorlesung behandelt Verfahren zur formalen Verifikation von digitalen und analogen Schaltungen. Es werden Grundlagen, Algorithmen und deren Realisierung, sowohl im Rahmen der Äquivalenzbeweise als auch der Eigenschaftsbeweise behandelt. Als Spezifikationsbeschreibungen werden ausgehend von Boolescher Logik, über Linear Time Logic (LTL), auch Computation Tree Logic (CTL) entwickelt. Neben den eigentlichen Verfahren und Algorithmen, werden Modellierungsmöglichkeiten und methodisches Vorgehen bei der Hardwarevalidierung erläutert. Inhalte sind u.a.: Formale Verifikation; Spezifikationsbeschreibungen; Schaltungsdarstellung und Modellierung; Äquivalenzbeweise; Eigenschaftsbeweise.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse aus dem Bereich des rechnergestützten Entwurfs mikroelektronischer Schaltungen sind wünschenswert.				

Modul:	B-RA	Rechnerarchitektur (Computer Architecture)			
Ziele:	Verständnis der Funktionsweise moderner operationsparalleler Prozessoren (VLIW, Superskalar, EPIC) und Kenntnisse der grundlegenden Konzepte der Instruktionsparallelität. Vertiefte Kenntnisse der wichtigsten Komponenten der Hardware-System-Architektur auf Makro- und Mikroebene. Dieses Lernziel ist von besonderer Bedeutung, da Prozessoren heute in Systeme aller Lebensbereiche vordringen. Sie werden dann als Eingebettete Systeme bezeichnet und meist als "System on chip" entworfen.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Rechnerarchitektur (Computer Architecture)		V3 + Ü1	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Rechnerarchitektur (Computer Architecture)				

Inhalt:	<p>Die Vorlesung behandelt die architekturellen und implementierungstechnischen Aspekte moderner Mikroprozessoren. Im ersten Teil der Vorlesung wird kurz in die grundlegenden technologischen und entwurfstechnischen Voraussetzungen eingeführt. Nach dieser Einführung in die Mikroelektronik wird das sog. von-Neumann resp. Harvard-Ausführungsmodell behandelt. Es bildet nach wie vor die Grundlage moderner sequentieller Mikroprozessoren. Als Einstieg in die Welt der Mikroprozessoren eignet sich das Register-Transfer-Modell und die Methodik des Register-Transfer-Entwurfs. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Instruktionssatzarchitektur (ISA), da sie die Basis für das Programmiermodell ist. Im Fortgang der Vorlesung werden dann nur noch Prinzipien behandelt, die ausschließlich der Durchsatzserhöhung dienen. Hierzu wird aufbauend auf den Grundlagen rein sequentieller skalarer Architekturen in die Instruktionssparallelität (ILP) eingeführt. Die ILP ist die Grundlage operationsparalleler Architekturen und damit die Voraussetzung für die Leistungsfähigkeit moderner Mikroprozessoren. Es wird davon ausgegangen, dass einige wenige grundlegende Techniken zusammen mit den spekulativen Ausführungsprinzipien, den ILP tragen. Die Implementierung dieser Techniken erfolgt entweder statisch zur Compilezeit (VLIW) oder dynamisch zur Laufzeit mittels Hardware (Superskalarität). Heutige Prozessoren schöpfen aus der Vermischung der ILP-Techniken und ihrer Implementierungsvarianten ihre Synergieeffekte, wobei insbesondere auch die "virtuellen" Prozessoren zu erwähnen sind. Letztere werden am Beispiel des Code morphing eingeführt. Die Behandlung der Datenabhängigkeiten, der Kontroll- und Ressourcenkonflikte sowie der Möglichkeit einer spekulativen Programmausführung wird am Beispiel des Pipelining durchgeführt. Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit Speicherstrukturen, Bussystemen der E/A-Organisation und Interrupts sowie den grundlegenden Controllerkonzepten. Der dritte Teil der Veranstaltung gibt einen Überblick über parallele Architekturen, insbesondere eine Klassifikation paralleler Prozessoren, ihrer Programmiermodelle und der Verbindungsnetzwerke.</p>
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse über den Entwurf digitaler Systeme sind wünschenswert.

Modul:	B-ES	Eingebettete Systeme			
Ziele:	Lernziele der Vorlesung sind das Verständnis für die Besonderheiten des Entwurfs und der Implementierung eingebetteter Systeme. Zielarchitekturen in Hard- und Software sollen grundlegend und in Vertiefung erarbeitet werden. Dabei wird insbesondere auch auf wichtige Aspekte wie Echtzeitverhalten, Ressourcenschonung sowie Verteilung und deren Wechselwirkung eingegangen. Anhand neuester Forschungstrends sollen aktuelle Probleme und deren künftige Lösungsmöglichkeiten vermittelt werden.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Eingebettete Systeme		V3 + Ü1	6	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Eingebettete Systeme				

Inhalt:	<p>Als eingebettete Systeme (embedded systems) werden Datenverarbeitungssysteme bezeichnet, die in ein technisches Umfeld eingebettet sind. Sie interagieren mit diesem Umfeld und stellen ihre Datenverarbeitungsleistung zur Steuerung und Überwachung zur Verfügung. Ihre Bedeutung hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Dieser Trend wird sich noch verstärkt in der Zukunft fortsetzen. Anwendungsfelder reichen von einfachsten lokalen Steuerungen (wie z.B. die Steuerung einer Kaffeemaschine) bis hin zu komplexen, verteilten und heterogenen Strukturen (z.B. zur Kontrolle eines autonom agierenden Fahrzeuges). Hierbei wird oft digitale in Kombination mit analoger Hardware benutzt. Nach einer Einführung in die Grundprinzipien befasst sich die Vorlesung im ersten Teil daher ausführlich mit den bevorzugten Hardware-Plattformen für eingebettete Systeme wie Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Auch wird auf die Verbindung zum Umfeld mittels Bussen (z.B. Feld- und Peripheriebusse) eingegangen. Da eingebettete Systeme in den meisten Fällen von ihrem Umfeld diktierte Zeitbedingungen einhalten müssen, widmet sich ein weiterer Teil der Vorlesung den Echtzeitaspekten. Hier werden verschiedene Techniken und Prinzipien vorgestellt und diskutiert, die ein Einhalten solcher Zeitbedingungen in eingebetteten Systemen ermöglichen. Der Entwurf heterogener und verteilter eingebetteter Systeme ist ein weiterer Schwerpunkt der Vorlesung. Insbesondere in Kombination mit Echtzeitaspekten und den bei eingebetteten Systemen oft beschränkten Ressourcen (z.B. in Rechenleistung, Speicher- und Energiebedarf) ergeben sich interessante Herausforderungen, die untersucht und für die Lösungen vorgestellt werden. Verschiedene Middlewarekonzepte sowie Methodiken zum zielgerichteten Software-Entwurf werden behandelt. Neueste Forschungstrends zielen auf die Selbstorganisation und Nutzung emergenter Effekte bei komplexen eingebetteten Systemen. Die Vorlesung stellt im letzten Teil diese Trends vor, die im Rahmen des so genannten Organic Computing eingebetteten Systemen Eigenschaften von lebenden Organismen (z.B. Selbstkonfiguration, Selbstoptimierung, Selbstheilung, Selbstschutz, etc.) verleihen wollen. Zusammengefasst lauten die Themenbereiche der Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hardware-Plattformen • Busse zum Umfeld • Echtzeitaspekte • Verteilte eingebettete Systeme • Organic Computing
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse über die Grundlagen der Technischen Informatik und den Entwurf digitaler Systeme sind wünschenswert.

Modul: M-REM	Rechnergestützte Entwurfsverfahren für die Mikroelektronik (Electronic Design Automation)				
Ziele:	Fähigkeit, einen Entwurfsablauf aus Automatisierungssicht beurteilen zu können. Verständnis der einzelnen rechnergestützten Methoden und Fähigkeit diese in ihrer Komplexität und Verwendbarkeit einordnen zu können. Verständnis des Zusammenhangs zwischen informatischen Fragestellungen und ihrer vielfältigen Anwendung in der Schaltungstechnik.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 120-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Rechnergestützte Entwurfsverfahren für die Mikroelektronik (Electronic Design Automation)		V3 + Ü1	6	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Rechnergestützte Entwurfsverfahren für die Mikroelektronik (Electronic Design Automation)				
Inhalt:	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Algorithmen und Verfahren für den rechnergestützten Entwurf integrierter Schaltungen und Systeme (EDA, Electronic Design Automation). Dabei stehen nicht die Entwurfsobjekte (Schaltungen), sondern die Entwurfsmittel (Werkzeuge) im Vordergrund. Inhalte sind: Überblick über den System- und IC-Entwurf, Entwurfsebenen, Entwurfsstile, Entwurfswerkzeuge und Entwurfseingabe, Werkzeuge für den funktionellen und physikalischen Entwurf von digitalen und analogen Schaltungen. Die Inhalte umfassen u.a. folgende Themen: Digitale Synthese, Verifikation, Digitale Simulation/Emulation, Timinganalysen, Formale Verifikation, Testmusterberechnung, Analoge Synthese, Analog Simulation, Mixed Signal Simulation, Zellerzeugung, Floorplanning, Platzierung, Verdrahtung, Design Rule Check, Extraktion, Layout versus Schematic.				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundlegende Kenntnisse in der Mikroelektronik sind wünschenswert.				

2.4 Vertiefungsfach Rechnergestützte Finanzmathematik Specialization Computational Math Finance

Modul:	RFM1	Computational Math Finance 1			
Ziele:	Kennenlernen von mathematischen Modellen für Finanzderivate, stochastischen Modellen zur Modellierung von Wertpapierkursen, numerischen Methoden zur Bewertung von Finanzderivaten und Umsetzung der Methoden auf dem Computer.				
Credit Points:	12	Präsenzstudium: 4.0 CP	Selbststudium: 8.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung				
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Numerik von Differentialgleichungen		V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Computational Finance		V4 + Ü2	8	WP	WS/SS
Quadraturverfahren		V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Seminar Numerische Verfahren in der Finanzmathematik I		S2	4	WP	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Numerik von Differentialgleichungen				
Inhalt:	Gewöhnliche Differentialgleichungen: Einschrittverfahren, Differenzgleichungen, Mehrschrittverfahren, Runge-Kutta Methoden. Partielle Differentialgleichungen: Finite Differenzen, Zwei-Punkt-Randwertprobleme, Galerkin-Methoden, Numerische Lösung der Wärmeleitungs- und Wellengleichung. Stochastische Differentialgleichungen: Euler- und Milstein-Verfahren.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>				
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS				
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen				
Lehrveranstaltung:	Computational Finance				

Inhalt:	Finanzderivate, Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Quadraturverfahren
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen: Integrationsprobleme, Integrationsmethoden, Kondition der Quadratur, Unsicherheit der Quadratur 2. Eindimensionale Quadraturverfahren: interpolatorische Verfahren, zusammengesetzte Verfahren, Extrapolationsverfahren, Transformationen 3. Mehrdimensionale Verfahren: interpolatorische Verfahren, Monte Carlo-Verfahren, Niederdiskrepanzfolgen, Lattice-Regeln, Dünngitterverfahren 4. Algorithmische Aspekte: Fehlerschätzung, Adaptivität, Verlässlichkeit und Effizienz, Parallelität 5. Anwendungen: Rechnergestützte Statistik, Integraltransformationen, Finite Elemente, Randelemente
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	zweijährlich, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Seminar Numerische Verfahren in der Finanzmathematik I
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Problemen aus dem Bereich Computational Finance. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen
Turnus:	jedes Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Vortrag mit anschließender Diskussion (als Modulteilprüfung)

Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine
--	-------

Modul:	RFM2	Computational Math Finance 2			
Ziele:	Kennenlernen ausgewählter numerischer Verfahren zur Behandlung finanzmathematischer Probleme und Umsetzung der Verfahren auf dem Computer.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung				
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Einführung in die stochastische Finanzmathematik		V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Inverse Probleme in der Finanzmathematik		V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Numerische Verfahren in der Finanzmathematik		V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Numerik partieller Differentialgleichungen		V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Stochastische Numerik		V2 + Ü1	4	WP	WS/SS
Seminar Numerische Verfahren in der Finanzmathematik II		S2	4	WP	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Einführung in die stochastische Finanzmathematik				
Inhalt:	Mathematische Modellierung komplexer Finanzprodukte (z.B: Optionen, Forwards oder Futures), zeitdiskrete Modelle, No-Arbitrage-Prinzip, Martingalmaß, vollständige und unvollständige Märkte, Nutzenoptimierung, zwischenzeitlicher Konsum, kohärente Risikomaße.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Vorlesungen <i>Elementare Stochastik</i> und <i>Stochastische Prozesse</i>				
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS				
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen				
Lehrveranstaltung:	Inverse Probleme in der Finanzmathematik				
Inhalt:	Parameterschätzung bei stochastischen Modellen, Maximum-Likelihood-Verfahren, Parameter-Kalibrierung, Optimierung.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				

Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik, Statistik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Numerische Verfahren in der Finanzmathematik
Inhalt:	Numerische Behandlung von Modellen der Finanzmathematik, Monte Carlo-Verfahren, Simulation von Verteilungen, numerische Lösung der Black-Scholes Gleichung, Schätzung von Volatilitäten.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Numerik partieller Differentialgleichungen
Inhalt:	Diskretisierungsverfahren für partielle Differentialgleichungen, Finite Elemente, Finite Differenzen, Finite Volumen, Fehlerabschätzungen, Lösung von dünn besiedelten linearen Gleichungssystemen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Stochastische Numerik
Inhalt:	Systematische Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Einführung in die Numerische Mathematik, Elementare Stochastik</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS

Prüfungsform:	Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine 30-minütige mündliche Prüfung oder eine 90-minütige Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Seminar Numerische Verfahren in der Finanzmathematik II
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit Problemen aus dem Bereich Computational Finance. Es werden Originalarbeiten besprochen.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS oder SS
Prüfungsform:	Vortrag mit anschließender Diskussion (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine

2.5 Vertiefungsfach Neurowissenschaften Specialization Neuroscience

Modul: VTHNEU1	Theoretical Neuroscience I				
Ziele:	Das Modul vermittelt die grundlegenden Konzepte des Vertiefungsfachs Neuroscience. Es erlaubt insbesondere auch Studierenden ohne umfangreiche Vorkenntnisse den Einstieg in das Vertiefungsfach. Es führt dabei insbesondere in Methoden zur Modellierung von Neuronen und neuronalen Netzen sowie zur Analyse neuronaler Daten ein. Das Modul gibt gleichzeitig einen Überblick über das breite Angebot an Wahlpflichtveranstaltungen im Bereich Neuroscience, um den Studierenden die weitere Orientierung im Vertiefungsfach zu erleichtern.				
Credit Points:	3	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 2.0 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Theoretical Neuroscience		V2	3	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Theoretical Neuroscience				
Inhalt:	Neuronale Kodierung und Dekodierung, Aktionspotenziale, Rezeptive Felder und Tuningkurven, Modelle von Nervenzellen mit unterschiedlichen Abstraktionsgraden, Netzwerkmodelle und Netzwerkdynamik, Plastizität und Lernen				
Unterrichtssprache:	English				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der mathematischen Grundvorlesungen, elementare Kenntnisse von Matlab				

Modul: VMLEARN	Machine Learning				
Ziele:	Das Modul behandelt die Grundlagen lernender Systeme.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundvorlesungen der Mathematik (Lineare Algebra, Analysis, Stochastik)				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Machine Learning		V2 + Ü2	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Machine Learning				
Inhalt:	Probabilistic Modeling (Latent variables, Mixture Models, Markov Models, Hidden Markov Models, Graphical Models, Belief Propagation, the EM algorithm, Bayesian Inference, Variational Methods, Sampling), Supervised Learning (Classification, Regression, Structured Prediction, Neural Networks, Kernel Methods), Unsupervised Learning (Dimensionality Reduction, Clustering, Energy-based Models).				
Unterrichtssprache:	English				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Lineare Algebra, Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten				

Modul:	VCADS	Complex Adaptive Dynamical Systems			
Ziele:	The course aims to convey the basics of modern dynamical systems theory with special emphasis on network theory in biological contexts. Diese Lehrveranstaltung wird je nach Wunsch der Studierenden auf Englisch oder Deutsch angeboten.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, Bsc Biophysik, MSc Biophysik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Complex Adaptive Dynamical Systems		V4 + Ü2	8	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Complex Adaptive Dynamical Systems				
Inhalt:	Graph Theory and Small-World Networks, Random Boolean Networks, Neural Networks, Cellular Automata and Self-Organized Criticality, Statistical Modelling of Darwinian Evolution, Chaos, Bifurcations and Diffusion, Synchronization phenomena, Cognitive System Theory				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Einführende Vorlesungen in die Mathematik				

Modul: THNEU2	Theoretical Neuroscience II			
Ziele:	Das Modul vertieft die Kenntnisse zur theoretischen Beschreibung und Modellierung von Nervensystemen. Zum einen werden Vorlesungen zur Vertiefung methodischer Grundlagen angeboten (Nonlinear Dynamics and Complex Systems, Methods for the Study of Complex Systems). Des weiteren enthält das Modul Optionen zur Vertiefung der neurobiologischen Grundlagen und ihrer theoretischen Beschreibung (Visual System, Systems Neurosciene). Schließlich vermittelt es weiterführende Kenntnisse zur theoretischen Beschreibung und Modellierung von neuronalen Netzwerken und Lernprozessen (Brain Dynamics, Reinforcement Learning, Unsupervised Learning).			
Credit Points:	12	Präsenzstudium: 4.0 CP	Selbststudium: 8.0 CP	
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine			
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung			
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet			
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science			
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science			
Lehrveranstaltungen des Moduls	Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Methods for the Study of Complex Systems	V2 + Ü1	4	WP	SS
Reinforcement Learning	V2	3	WP	SS
Unsupervised Learning	V2	3	WP	SS
Visual System: Neural Structure, Dynamics, and Function	V2	3	WP	SS
Brain Dynamics	V2	3	WP	SS
Nonlinear Dynamics and Complex Systems	V2 + Ü2	4	WP	SS
Systems Neuroscience	S2	4	WP	SS
Lehrveranstaltung:	Methods for the Study of Complex Systems			
Inhalt:	Iterative Maps, Chaos and Fractals, Nonlinear Stability Analysis, Synchronization, Cellular Automata, Markov Processes, Stochastic Resonance, Information theory, Network theory			
Unterrichtssprache:	English			
Erforderliche Vorkenntnisse:	Kenntnisse in Analysis, Linearer Algebra, Statistik			
Turnus:	jedes Jahr, SS			
Prüfungsform:	mündliche Prüfung und/oder Übungsaufgaben und/oder Hausarbeit (als Modulteilprüfung)			

Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine
Lehrveranstaltung:	Reinforcement Learning
Inhalt:	Markov Decision Processes, Dynamic Programming, Monte Carlo Methods, Temporal Difference Learning, Value Functions, Bellman Equations, Function Approximation, Partially Observable Markov Decision Processes, Hierarchical Reinforcement Learning
Unterrichtssprache:	English
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.
Turnus:	jedes Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine
Lehrveranstaltung:	Unsupervised Learning
Inhalt:	Density Estimation, Clustering, Self-organizing Maps, Dimensionality Reduction, Mixture Models, PCA, ICA, Expectation Maximization Algorithmus
Unterrichtssprache:	English
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine
Lehrveranstaltung:	Visual System: Neural Structure, Dynamics, and Function
Inhalt:	The course gives an introduction to structure, dynamics and function of the visual system. It aims at connecting the physiological level of cortical microcircuits and anatomy with the psychological level of visual cognition. Without going into mathematical details itself, the course is meant to provide a useful basis for knowledgeable mathematical and computational modelling of visual processing.
Unterrichtssprache:	English
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)

Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine
Lehrveranstaltung:	Brain Dynamics
Inhalt:	Dynamical systems theory is central for understanding brain processes. This lecture introduces topics that range from modelling the firing and bursting of single neurons up to collective neural dynamics occurring during cognitive processes.
Unterrichtssprache:	English
Erforderliche Vorkenntnisse:	The participants should have a basic knowledge of dynamical systems concepts (such as fixed points, limit cycles, bifurcations) as they are presented in courses like <i>Complex and Adaptive Dynamical Systems</i> , <i>Nonlinear Systems and Complex Systems</i> , or <i>Methods for the Study of Complex Systems</i> .
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	none
Lehrveranstaltung:	Nonlinear Dynamics and Complex Systems
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. introduction to the concepts of nonlinear science and the modeling of complex systems: competition phenomena, nonlinear oscillations, pattern formation (selforganization, fractal structures) chaos; 2. mathematical background: topological analysis of ordinary differential equations, Poincare sections, nonlinear maps, chaos in hamiltonian systems; 3. modeling of complex systems with cellular automata
Unterrichtssprache:	English
Erforderliche Vorkenntnisse:	classical mechanics, analysis, ordinary differential equations, MAPLE (basics)
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	Klausur oder mündliche Prüfung (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Systems Neuroscience
Inhalt:	Functional characterization of different brain systems and their interactions including cerebral cortex, cerebellum, basal ganglia, thalamus, hippocampal formation. Characterization and models of connectivity patterns and their computational implications as well as theoretical models of functional interactions especially of basal ganglia and frontal cortex and possibly invertebrate systems will be discussed.

Unterrichtssprache:	English
Erforderliche Vorkenntnisse:	grundlegende Kenntnisse in den Neurowissenschaften
Turnus:	jedes Jahr, SS
Prüfungsform:	Seminarvortrag (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme am Seminar

Modul: M-CONS	Computational Neuroscience				
Ziele:	Erlernen von Grundlagen der Modellierung in den Neurowissenschaften. Aufbauend auf den gängigen Modellierungsansätzen werden Methoden zur detaillierten Modellierung neuronaler Prozesse behandelt.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Modellierung und Simulation I</i>				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer/innen eine mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Bioinformatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Computational Neuroscience		V4 + Ü2	8	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Computational Neuroscience				
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der rechnergestützten Neurowissenschaften. 2. Gängige Modellierungsansätze. 3. Detaillierte Modellierung von biophysikalischen Prozessen. <ol style="list-style-type: none"> a. Methoden zu Geometrierekonstruktion, b. Grundlagen partieller Differentialgleichungen, c. Modellentwicklung, d. Softwarelösungen. 4. Anwendungen aus aktueller Forschung. 				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Modellierung und Simulation I</i>				

Modul:	B-AS1	Einführung in Adaptive Systeme			
Ziele:	Konzeptuelles Verständnis von Fakten, Methoden und Implementierung Adaptiver Systeme: Muster, Klassifikation, Approximation, stochast. Mustererkennung, Diagnosesysteme, PCA, ICA, Fuzzy-Systeme, Evolutionäre Algorithmen. Dabei soll auch die Fähigkeit erworben werden, die Methoden sachgerecht anzuwenden.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.5 CP	Selbststudium: 3.5 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 80-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Einführung in Adaptive Systeme		V2 + Ü1	5	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Einführung in Adaptive Systeme				
Inhalt:	Die Veranstaltung bietet eine Einführung in Grundmechanismen und Architekturen Adaptiver Systeme.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundwissen Lineare Algebra, Stochastik				

Modul:	M-AS2	Adaptive Systeme			
Ziele:	Das konzeptuelle Verständnis von Fakten, Methoden und Implementierung Adaptiver Systeme der Veranstaltung AS1 wird hier vertieft und die Fähigkeit erarbeitet, die Methoden zu beurteilen und selbst weiter zu entwickeln.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.5 CP	Selbststudium: 3.5 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: Je nach Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen eine mündliche Prüfung oder eine 100-minütige Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Adaptive Systeme		V2 + Ü1	5	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Adaptive Systeme				
Inhalt:	Die Veranstaltung bietet eine Vertiefung in Grundmechanismen und Architekturen Adaptiver Systeme.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundwissen Lineare Algebra, Stochastik				

Modul: M-NEURO-S	Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen				
Ziele:	Vermittlung der physikalisch/mathematischen Herangehensweise an Problemen der Neurosimulation.				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jedes Semester	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS und SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; Vortrag mit anschließender Diskussion, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Informatik				
Verwendbarkeit:	BSc Informatik, MSc Informatik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen		S2	5	Pf	WS+SS
Lehrveranstaltung:	Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen				
Inhalt:	Das Seminar befasst sich mit der Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen. Es werden Originalarbeiten besprochen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Mathematische Grundvorlesungen				

2.6 Vertiefungsfach Meteorologie & Klimaforschung Specialization Meteorology & Climate Modelling

2.6.1 Module für Studierende ohne BSc in Meteorologie oder äquivalentem Abschluss Modules for students without BSc in Meteorology or equivalent degree

Modul:	EMETA	Allgemeine Meteorologie und Klimatologie			
Ziele:	<p>Das Modul vermittelt in zwei Vorlesungen mit begleitenden Übungen einen Überblick über das Gesamtgebiet der Meteorologie und grundlegende Arbeitsweisen des Faches, sowie das Gebiet der allgemeinen Klimatologie. Die wichtigsten Elemente des physikalischen Hintergrundes des Klimas werden behandelt.</p> <p>Durch Besuch der Vorlesung <i>Allgemeine Meteorologie</i> gewinnen die Studierenden einen breiten Überblick über das Gesamtgebiet, sie können dann einzelne Fragestellungen in die verschiedenen Teilgebiete einordnen und sie sind in der Lage, weiterführende Vorlesungen der Meteorologie zu hören und zu verstehen. In der Vorlesung <i>Allgemeine Klimatologie</i> lernen die Studierenden die Grundlagen der allgemeinen Klimatologie verstehen und anwenden. In den Übungen werden das Lernen in der Gruppe und die Vermittlung eigenen Wissens erlernt.</p>				
Credit Points:	10	Präsenzstudium: 4.0 CP	Selbststudium: 6.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an allen Übungen des Moduls				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	BSc Meteorologie				
Verwendbarkeit:	BSc Meteorologie, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Allgemeine Meteorologie		V3 + Ü2	6	Pf	WS
Allgemeine Klimatologie		V2 + Ü1	4	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Allgemeine Meteorologie				
Inhalt:	<p>Meteorologische Grundgrößen, Struktur der Atmosphäre, Zustandsgleichung für trockene und feuchte Luft, Strahlungsgesetze, Strahlungsbilanz, Treibhauseffekt, chemische Zusammensetzung der Atmosphäre, Spurengaskreisläufe, adiabatische Prozesse, Labilität und Stabilität, synoptische Beobachtungen, Wetterschlüssel, meteorologische Karten, globale Zirkulation, Entstehung und Eigenschaften von Fronten, allgemeine Bewegungsgleichung, Windgesetze, barokline Bedingungen, Aerosol und Wolken.</p>				

Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine
Lehrveranstaltung:	Allgemeine Klimatologie
Inhalt:	Klimasystem, Größenordnungen, Klimaelemente, globales Beobachtungssystem, elementare statistische Methoden der Datenanalyse, beobachtete Feldverteilungen der Klimaelemente, Klimadiagramme, Klimaklassifikationen, physikalische Grundlagen der Klimaprozesse, Energie- und Wasserkreislauf, globale und regionale Zirkulation der Atmosphäre, Zirkulation des Ozeans, Charakteristika der Kryosphäre, Klimavariabilität und anthropogene Klimabeeinflussung.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine

Modul:	EMETB	Atmospheric Dynamics			
Ziele:	<p>Das Modul bietet eine Einführung in die Theorie der großskaligen atmosphärischen Dynamik. Es werden Grundlagen für alle weiteren Vorlesungen in theoretischer Meteorologie gelegt. In Übungen wird der Stoff selbstständig vertieft.</p> <p>Die Studierenden lernen theoretische Modellbildung in der Meteorologie. Die Studierenden lernen die wissenschaftliche Diskussion komplexer theoretischer Zusammenhänge. In den Übungen werden das Lernen in der Gruppe und die Vermittlung eigenen Wissens erlernt.</p>				
Credit Points:	10	Präsenzstudium: 4.0 CP	Selbststudium: 6.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an allen Übungen des Moduls				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	BSc Meteorologie				
Verwendbarkeit:	BSc Meteorologie, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Atmospheric Dynamics 1		V2 + Ü2	5	Pf	WS
Atmospheric Dynamics 2		V2 + Ü2	5	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Atmospheric Dynamics 1				
Inhalt:	Kontinuitätsgleichung, Impulssatz, Wirbeldynamik 1, Flachwassertheorie 1				
Unterrichtssprache:	Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Mathematik für Studierende der Physik 1</i> sowie der <i>Mathematik für Studierende der Physik 2</i> oder der <i>Mathematik für Studierende der Meteorologie 2</i>				
Lehrveranstaltung:	Atmospheric Dynamics 2				
Inhalt:	Flachwassertheorie 2, Grundzüge der Thermodynamik, Wirbeldynamik 2, Elementare Eigenschaften und Anwendungen der Grundgleichungen der Atmosphärendynamik				
Unterrichtssprache:	Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Atmospheric Dynamics 1</i> , der <i>Mathematik für Studierende der Physik 1</i> sowie der <i>Mathematik für Studierende der Physik 2</i> oder der <i>Mathematik für Studierende der Meteorologie 2</i> ,				

**2.6.2 Module für Studierende mit BSc in Meteorologie oder äquivalentem Abschluss
Modules for students with BSc in Meteorology or equivalent degree**

Modul: FATDYN	Fortgeschrittene Atmosphärendynamik				
Ziele:	Das Modul behandelt fortgeschrittene Themen in der Theorie der atmosphärischen Dynamik und des Klimas. Dabei wird gezielt an aktuelle Forschungsthemen in der Arbeitsgruppe "Theorie der atmosphärischen Dynamik und des Klimas" herangeführt. Die Studierenden erweitern ihre Fähigkeiten in theoretischer Modellbildung in der Meteorologie, sowie in der wissenschaftlichen Diskussion komplexer theoretischer Zusammenhänge. In den Übungen werden das Lernen in der Gruppe und die Vermittlung eigenen Wissens geübt, sowie der praktische Umgang mit dem Stoff der Vorlesungen. Dies umfasst auch das Erlernen von Programmier-Techniken.				
Credit Points:	10	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 7.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an allen Übungen des Moduls				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Meteorologie				
Verwendbarkeit:	MSc Meteorologie, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Fortgeschrittene Theorie der Atmosphärendynamik und des Klimas 1		V2 + Ü2	5	Pf	WS
Fortgeschrittene Theorie der Atmosphärendynamik und des Klimas 2		V2 + Ü2	5	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Fortgeschrittene Theorie der Atmosphärendynamik und des Klimas 1				
Inhalt:	Einführung in Methodik und Inhalte eines Themas der aktuellen Forschung in der Theorie der Grundlagen der atmosphärischen Dynamik und des Klimas. Mögliche Vorlesungsinhalte sind z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Numerik der geophysikalischen Strömungsmechanik • Stochastische Ansätze zur Beschreibung atmosphärischer Prozesse • Die Theorie dynamischer Systeme in Anwendung auf die Atmosphäre 				
Unterrichtssprache:	Deutsch				

Erforderliche Vorkenntnisse:	EMetB und MTheoA aus dem Studiengang BSc Meteorologie
Lehrveranstaltung:	Fortgeschrittene Theorie der Atmosphärendynamik und des Klimas 2
Inhalt:	<p>Fortgeschrittene Behandlung eines Themas der aktuellen Forschung in der Theorie der Grundlagen der atmosphärischen Dynamik und des Klimas. Mögliche Vorlesungsinhalte sind z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamik der mittleren Atmosphäre • Schwerewellen • Turbulenz • Klimavariabilität
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	EMetB und MTheoA aus dem Studiengang BSc Meteorologie

Modul:	KLIMA	Klimasystem und -prozesse			
Ziele:	<p>Das Modul behandelt fortgeschrittene Themen in der Beschreibung und Modellierung des globalen und regionalen Klimasystems. Dabei wird gezielt an aktuelle Forschungsthemen in der Arbeitsgruppe "Mesoskalige Meteorologie und Klima" herangeführt.</p> <p>Die Studierenden erweitern ihr Wissen über das globale Klimasystem und regionaler Prozesse, ihre Fähigkeiten in der konzeptionellen und numerischen Modellbildung in der Meteorologie, sowie in der wissenschaftlichen Diskussion komplexer Zusammenhänge. In den Übungen werden das Lernen in der Gruppe und die Vermittlung eigenen Wissens geübt, sowie der praktische Umgang mit dem Stoff der Vorlesungen. Dies umfasst auch das Erlernen von Programmieretechniken.</p>				
Credit Points:	10	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 7.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	entweder Modul <i>Allgemeine Meteorologie und Klimatologie</i> oder Modul <i>Atmospheric Dynamics</i>				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an allen Übungen des Moduls				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Meteorologie				
Verwendbarkeit:	MSc Meteorologie, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Klimasystemmodellierung		V2 + Ü2	5	Pf	WS
Regionale Klimaprozesse		V2 + Ü2	5	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Klimasystemmodellierung				
Inhalt:	Vertiefte Einführung in das globale Klimasystem, in dessen Komponenten und in dessen Modellierung. Einfachste bis zu sehr komplexen Forschungsmodellen werden besprochen und bearbeitet, mit denen Themen wie Daisyworld, El Nino, und globale Erwärmung erforscht werden.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine				
Lehrveranstaltung:	Regionale Klimaprozesse				
Inhalt:	Diese Veranstaltung führt ein in spezielle regionale Prozesse des Klimasystems und deren Modellierung. Beispiele solcher Prozesse sind Konvektion, Land-Atmosphäre Wechselwirkung, orographischer Niederschlag, Föhn-Phänomene. Neben der Modellierung bzw. der Parametrisierung dieser Prozesse werden auch relevante Beobachtungssysteme und Skalenfragen diskutiert.				

Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine

2.7 Vertiefungsfach Geophysik & Kristallographie Specialization Geophysics & Crystallography

2.7.1 Studienbeginn in ungeraden Jahren Entrance into program in odd years

Modul:	GEO1A				Geophysik/Kristallographie 1a				
Ziele:	Erlernen von Grundlagen der Allgemeinen Geophysik und Kristallographie mit den Fachgebieten Geodynamik und Seismologie. Dabei werden geophysikalische und kristallographische Ansätze und Methoden behandelt, die eine Untersuchung geophysikalischer und kristallographischer Strukturen und Prozesse im Erdinnern bis hin zu Mineralen ermöglichen. Verschiedene Kombinationen der Lehrveranstaltungen sind je nach Interessenlage möglich und erwünscht.								
Credit Points:	8		Präsenzstudium: 3.0 CP		Selbststudium: 5.0 CP				
Angebotsturnus:	zweijährlich (ungerade Jahre)		Dauer: zweisemestrig		Beginn: im WS				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung								
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet								
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science								
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science								
Lehrveranstaltungen des Moduls			Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.			
Seismologie und Struktur des Erdkörpers			V3	4	WP	WS			
Kristallographie/Kristallchemie			V3	4	WP	WS			
Geodynamik: Plattentektonik und Rheologie			V2 + Ü1	4	WP	WS			
Numerische Methoden in der Geodynamik			V2 + Ü1	4	WP	WS			
Lehrveranstaltung:	Seismologie und Struktur des Erdkörpers								
Inhalt:	Grundlagen der Seismologie: Seismizität, Strahlentheorie, Seismische Tomographie, Wellengleichung, Effekte an Grenzflächen, Raumwellen, Oberflächenwellen, Eigenschwingungen, Herdmechanismen								
Unterrichtssprache:	Deutsch								
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse der klassischen Mechanik								
Turnus:	jedes Jahr, WS								
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)								

Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Kristallographie/Kristallchemie
Inhalt:	Aufbau von Kristallen, Einführung in die Kristallchemie, Symmetrie von Kristallen, Röntgenbeugung
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundlagen der linearen Algebra
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS
Prüfungsform:	schriftliche Prüfung (120 Minuten) (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	Lösung von mindestens 50% aller Übungsaufgaben
Lehrveranstaltung:	Geodynamik: Plattentektonik und Rheologie
Inhalt:	Plattentektonik, geophysikalische Nachweismethoden, Antriebsmechanismen, mechanische Spannungen, Elastizität, Plattenbiegungen, Viskosität, Viskoelastizität, Plastizität
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse der klassischen Mechanik
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Lehrveranstaltung:	Numerische Methoden in der Geodynamik
Inhalt:	Finite Differenzenmethoden mit Anwendungen (Diffusion, Advektion, thermische Konvektion), Tracer Methoden, Finite Element Methoden mit Anwendungen (Wärme, elastische und Strömungsprobleme)
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse partieller Differentialgleichungen
Turnus:	jedes Jahr, WS
Prüfungsform:	Bericht über programmierte Anwendungsbeispiele (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen

Modul:	GEO1B Geophysik/Kristallographie 1b			
Ziele:	Erlernen von Grundlagen der Kristallchemie, Kristallphysik und der allgemeinen und numerischen Geophysik. Verschiedene Kombinationen der Lehrveranstaltungen sind je nach Interessenlage möglich und erwünscht.			
Credit Points:	12	Präsenzstudium: 4.5 CP	Selbststudium: 7.5 CP	
Angebotsturnus:	zweijährlich (gerade Jahre)	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im SS	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine			
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung			
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet			
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science			
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science			
Lehrveranstaltungen des Moduls	Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Kristallchemie	V2	4	WP	SS
Kristallphysik	V2	4	WP	SS
Moderne Methoden der Mineralphysik	V2	4	WP	SS
Figur und Schwerefeld der Erde	V2 + Ü1	4	WP	SS
Inversion geophysikalischer Daten	V3	4	WP	SS
Übung Modellieren aktueller geophysikalischer Probleme mit COMSOL	Ü4	4	WP	SS
Lehrveranstaltung:	Kristallchemie			
Inhalt:	Beziehungen zwischen Chemismus, Struktur und Eigenschaften von Kristallen, Grundlagen der Thermodynamik von Kristallen, analytische Methoden			
Unterrichtssprache:	Deutsch			
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Kristallographie/Kristallchemie</i>			
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS			
Prüfungsform:	mündliche (30 Minuten) oder schriftliche (120 Minuten) Prüfung (als Modulteilprüfung)			
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung, erfolgreicher Vortrag mit Ausarbeitung im Rahmen der Lehrveranstaltung			
Lehrveranstaltung:	Kristallphysik			
Inhalt:	physikalische Eigenschaften von Kristallen, Anisotropie der physikalischen Eigenschaften, Tensoren			

Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Kristallographie/Kristallchemie</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche (30 Minuten) oder schriftliche (120 Minuten) Prüfung (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung, erfolgreicher Vortrag mit Ausarbeitung im Rahmen der Lehrveranstaltung
Lehrveranstaltung:	Moderne Methoden der Mineralphysik
Inhalt:	Ultraschallspektroskopie, Schwingungsspektroskopie, inelastische Röntgen- und Neutronenstreuung
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Kristallographie/Kristallchemie</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche (30 Minuten) oder schriftliche (120 Minuten) Prüfung (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung, erfolgreicher Vortrag mit Ausarbeitung im Rahmen der Lehrveranstaltung
Lehrveranstaltung:	Figur und Schwerefeld der Erde
Inhalt:	Gravitationsbeschleunigung und Potenzial, Kugelfunktionen, Potenzial, Figur und Schwere der heterogenen rotierenden Erde, Geoid und dynamische Ursachen, Gezeiten, Love Zahlen der Erde
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse der klassischen Mechanik
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	erfolgreiche Teilnahme an Übung
Lehrveranstaltung:	Inversion geophysikalischer Daten
Inhalt:	Grundlagen linearer und nicht-linearer Inversionsverfahren: Generalisierte Inverse, Regularisierung, Linearisierung, Zielfunktion, Abtastung, Genetische Algorithmen
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS

Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Übung Modellieren aktueller geophysikalischer Probleme mit COMSOL
Inhalt:	Numerisches Experimentieren mit dem Finite Elemente Programm COMSOL, variierende Anwendungsprobleme wie Grundwasserströmung und hydrothermale Konvektion, Riftprozesse, Mantelkonvektion, Simulation geoelektrischer und elektromagnetischer Messverfahren, effektive physikalische Eigenschaften von Gesteinen etc.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse partieller Differentialgleichungen
Turnus:	jedes Jahr, SS
Prüfungsform:	Bericht über programmierte Anwendungsbeispiele (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine

2.7.2 Studienbeginn in geraden Jahren
Entrance into program in even years

Modul:	GEO2A				Geophysik/Kristallographie 2a				
Ziele:	Erlernen von Grundlagen der Allgemeinen und Angewandten Geophysik und Kristallographie mit den Fachgebieten Geodynamik, Seismologie und Magnetotellurik. Dabei werden geophysikalische und kristallographische Ansätze und Methoden behandelt, die eine Untersuchung geophysikalischer und kristallographischer Strukturen und Prozesse im Erdinnern bis hin zu Mineralen ermöglichen. Verschiedene Kombinationen der Lehrveranstaltungen sind je nach Interessenlage möglich und erwünscht.								
Credit Points:	8		Präsenzstudium: 3.0 CP			Selbststudium: 5.0 CP			
Angebotsturnus:	zweijährlich (gerade Jahre)		Dauer: zweisemestrig			Beginn: im WS			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung								
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet								
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science								
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science								
Lehrveranstaltungen des Moduls			Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.			
Kristallographie/Kristallchemie			V3	4	WP	WS			
Statistische Methoden			V2 + Ü1	4	WP	WS			
Digitale Signalverarbeitung 1: Fourier Methoden			V3	4	WP	WS			
Geodynamik: Fluidodynamik und Wärmetransport			V2 + Ü1	4	WP	WS			
Numerische Methoden in der Geodynamik			V2 + Ü1	4	WP	WS			
Magnetotellurik			V2 + Ü1	4	WP	WS			
Lehrveranstaltung:	Kristallographie/Kristallchemie								
Inhalt:	Aufbau von Kristallen, Einführung in die Kristallchemie, Symmetrie von Kristallen, Röntgenbeugung								
Unterrichtssprache:	Deutsch								
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundlagen der linearen Algebra								
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS								
Prüfungsform:	schriftliche Prüfung (120 Minuten) (als Modulteilprüfung)								

Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	Lösung von mindestens 50% aller Übungsaufgaben
Lehrveranstaltung:	Statistische Methoden
Inhalt:	Wahrscheinlichkeitstheorie, statistische Verteilungen (Normal, Lognormal, χ^2 , Fisher, Student), Maximum-Likelihood, Vertrauensbereiche, Fehlerrechnung, Schätzverfahren für Stichprobenparameter, Korrelations- und Regressionsanalyse, Vorhersagemodelle
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Übung
Lehrveranstaltung:	Digitale Signalverarbeitung 1: Fourier Methoden
Inhalt:	Fouriertransformation, diskrete Fouriertransformation, FFT, Abtasttheorem, Faltung, akausale/kausale Filter mit Anwendungen aus der Geophysik
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Programmierkenntnisse (z.B. MatLab) sind von Vorteil
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Geodynamik: Fluidodynamik und Wärmetransport
Inhalt:	Kontinuumsmechanik, Fluidodynamik, Stokes Strömung, Rayleigh-Taylor Instabilität, Isostatische Ausgleichströmung, poröse Transportgleichungen, Wärmetransport, thermische Konvektion, hydrothermale Konvektion
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse der klassischen Mechanik
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	erfolgreiche Teilnahme an Übung
Lehrveranstaltung:	Numerische Methoden in der Geodynamik

Inhalt:	Finite Differenzenmethoden mit Anwendungen (Diffusion, Advektion, thermische Konvektion), Tracer Methoden, Finite Element Methoden mit Anwendungen (Wärme, elastische und Strömungsprobleme)
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse partieller Differentialgleichungen
Turnus:	jedes Jahr, WS
Prüfungsform:	Bericht über programmierte Anwendungsbeispiele (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Magnetotellurik
Inhalt:	Maxwellgleichungen, Helmholtzgleichung, Diffusion elektromagnetischer Wellen, Übertragungsfunktionen zwischen Feldkomponenten, Quellfeld, elektrische Leitfähigkeitsmechanismen, Modellierung und Inversion elektromagnetischer Felder zu 1D und 2D Leitfähigkeitsverteilungen, Messmethoden
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse der klassischen Elektrodynamik
Turnus:	jedes 2. Jahr, WS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	erfolgreiche Teilnahme an Übung

Modul:	GEO2B Geophysik/Kristallographie 2b			
Ziele:	Erlernen von Grundlagen der Kristallchemie, Kristallphysik und der allgemeinen und numerischen Geophysik. Verschiedene Kombinationen der Lehrveranstaltungen sind je nach Interessenlage möglich und erwünscht.			
Credit Points:	12	Präsenzstudium: 4.5 CP	Selbststudium: 7.5 CP	
Angebotsturnus:	zweijährlich (ungerade Jahre)	Dauer: zweisemestrig	Beginn: im SS	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine			
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der kumulativen Modulprüfung			
Modulprüfung:	kumulative Modulprüfung über Modulteilprüfungen, benotet			
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science			
Verwendbarkeit:	MSc Computational Science			
Lehrveranstaltungen des Moduls	Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Kristallchemie	V2	4	WP	SS
Kristallphysik	V2	4	WP	SS
Moderne Methoden der Mineralphysik	V2	4	WP	SS
Digitale Signalverarbeitung 2: Filterverfahren	V3	4	WP	SS
Magnetismus der Erde	V2 + Ü1	4	WP	SS
Übung Modellieren aktueller geophysikalischer Probleme mit COMSOL	Ü4	4	WP	SS
Lehrveranstaltung:	Kristallchemie			
Inhalt:	Beziehungen zwischen Chemismus, Struktur und Eigenschaften von Kristallen, Grundlagen der Thermodynamik von Kristallen, analytische Methoden			
Unterrichtssprache:	Deutsch			
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Kristallographie/Kristallchemie</i>			
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS			
Prüfungsform:	mündliche (30 Minuten) oder schriftliche (120 Minuten) Prüfung (als Modulteilprüfung)			
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung, erfolgreicher Vortrag mit Ausarbeitung im Rahmen der Lehrveranstaltung			
Lehrveranstaltung:	Kristallphysik			
Inhalt:	physikalische Eigenschaften von Kristallen, Anisotropie der physikalischen Eigenschaften, Tensoren			

Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Kristallographie/Kristallchemie</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche (30 Minuten) oder schriftliche (120 Minuten) Prüfung (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung, erfolgreicher Vortrag mit Ausarbeitung im Rahmen der Lehrveranstaltung
Lehrveranstaltung:	Moderne Methoden der Mineralphysik
Inhalt:	Ultraschallspektroskopie, Schwingungsspektroskopie, inelastische Röntgen- und Neutronenstreuung
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der <i>Kristallographie/Kristallchemie</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche (30 Minuten) oder schriftliche (120 Minuten) Prüfung (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung, erfolgreicher Vortrag mit Ausarbeitung im Rahmen der Lehrveranstaltung
Lehrveranstaltung:	Digitale Signalverarbeitung 2: Filterverfahren
Inhalt:	Auto- und Kreuzkorrelationsverfahren, z-Transformation, Rekursive Filter mit Anwendungen aus der Geophysik
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltung <i>Digitale Signalverarbeitung I: Fourier Methoden</i>
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Lehrveranstaltung:	Magnetismus der Erde
Inhalt:	Maxwellgleichungen, Materie im Magnetfeld, das geomagnetische Feld in Kugelfunktionen, Säkularvariationen, Gesteinsmagnetismus, Paläomagnetismus, Magnetohydrodynamik und der Geodynamo
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	keine
Turnus:	jedes 2. Jahr, SS
Prüfungsform:	mündliche Prüfung oder Klausur (als Modulteilprüfung)

Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	erfolgreiche Teilnahme an Übung
Lehrveranstaltung:	Übung Modellieren aktueller geophysikalischer Probleme mit COMSOL
Inhalt:	Numerisches Experimentieren mit dem Finite Elemente Programm COMSOL, variierende Anwendungsprobleme wie Grundwasserströmung und hydrothermale Konvektion, Riftprozesse, Mantelkonvektion, Simulation geoelektrischer und elektromagnetischer Messverfahren, effektive physikalische Eigenschaften von Gesteinen etc.
Unterrichtssprache:	Deutsch
Erforderliche Vorkenntnisse:	Grundkenntnisse partieller Differentialgleichungen
Turnus:	jedes Jahr, SS
Prüfungsform:	Bericht über programmierte Anwendungsbeispiele (als Modulteilprüfung)
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine

2.8 Vertiefungsfach Gittereichtheorie Specialization Lattice Gauge Theory

Modul: VQFT1	Einführung in die Quantenfeldtheorie und das Standardmodell der Teilchenphysik				
Ziele:	Verständnis des Übergangs zur Behandlung von Systemen mit unendlich vielen Freiheitsgraden. Transfer zwischen mathematisch-theoretischen Formulierungen und experimentellen Befunden.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	BSc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Einführung in die Quantenfeldtheorie und das Standardmodell der Teilchenphysik		V4 + Ü2	8	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Einführung in die Quantenfeldtheorie und das Standardmodell der Teilchenphysik				
Inhalt:	Relativistische Wellengleichungen, klassische Feldtheorie im Lagrangeformalismus, Symmetrien und Noethersches Theorem; Einführung Quantenfeldtheorie: kanonische Quantisierung für Skalar-, Spinor- und Vektorfelder, Störungstheorie, Feynman-Diagramme; Abelsche und nichtabelsche Eichfelder, Quantenelektrodynamik und Quantenchromodynamik, Berechnung einfacher Prozesse, die schwache Wechselwirkung, vereinigte Beschreibung der Wechselwirkungen im Standardmodell.				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Theoretische Physik 1-4</i>				

Modul:	VQFT2	Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie und Quantenchromodynamik			
Ziele:	Ausbau abstrakter theoretischer Konzepte wie der Renormierungstheorie und ihrer Implikationen für beobachtbare Systeme. Erkenntnis der Analogien zwischen statistischen und quantenfeldtheoretischen Systemen. Erlernen nichtperturbativer Techniken zur Evaluation von Feldtheorien.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	BSc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie und Quantenchromodynamik		V4 + Ü2	8	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie und Quantenchromodynamik				
Inhalt:	Feldquantisierung im Pfadintegralformalismus, Feynmanregeln der QCD und perturbative Auswertung, Renormierung und Renormierungsgruppe, asymptotische Freiheit und nichtperturbative Physik, Einführung in die Gittereichtheorie				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Theoretische Physik 1-4, Einführung in die Quantenfeldtheorie und Standardmodell der Teilchenphysik</i>				

Modul: VQTLAT	Quantum Theory on the Lattice				
Ziele:	<p>General understanding of the procedure of discretizing continuum theories with its related conceptual problems. Acquiring knowledge of basic methods to evaluate numerically many-dimensional integral equations.</p> <p>Understanding rescaling methods and critical behavior of theories on the lattice.</p> <p>Diese Lehrveranstaltung wird je nach Wunsch der Studierenden auf Englisch oder Deutsch angeboten.</p>				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Quantum Theory on the Lattice		V3 + Ü1	6	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Quantum Theory on the Lattice				
Inhalt:	<p>method of path integrals; Markov processes; numerical methods - Monte Carlo, microcanonical, Langevin algorithms; phase transitions; Ising and Potts spin models; field theories on the lattice; fermions on the lattice and the sign problem; lattice gauge theories; expansion methods on the lattice - strong/weak coupling, molecular field approximation</p>				
Unterrichtssprache:	English				
Erforderliche Vorkenntnisse:	<p>basic knowledge of quantum mechanics and quantization; introductory knowledge of statistical mechanics</p>				

Modul: VSTATP	Statistische Physik und kritische Phänomene				
Ziele:	Aufbauend auf den Grundvorlesungen über Theoretische Physik vermittelt das Modul vertiefende Kenntnisse über Phasenübergänge. Am Ende des Moduls können die Studierenden zur Beschreibung von kritischen Phänomenen geeignete Modelle heranziehen und das Konzept der Universalität auf kritische Phänomene in allen Bereichen der Physik anwenden.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Statistische Physik und kritische Phänomene		V3 + Ü1	6	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Statistische Physik und kritische Phänomene				
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Phasenübergänge und kritische Phänomene, Ginzburg-Landau-Theorie für Phasenübergänge 2. Ising-Modell und andere einfache Spinmodelle 3. Renormierungsgruppe 4. Monte-Carlo-Methoden 				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Theoretische Physik 1–5</i>				

2.9 Vertiefungsfach Festkörperphysik Specialization Solid State Physics

Modul: VTHFP1	Einführung in die Theoretische Festkörperphysik				
Ziele:	In diesem Modul erarbeiten sich Studierende einen Überblick über die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik und die theoretischen Beschreibung von Festkörpern.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.5 CP	Selbststudium: 3.5 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Einführung in die Theoretische Festkörperphysik		V3 + Ü2	6	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Einführung in die Theoretische Festkörperphysik				
Inhalt:	Struktur von Festkörpern, Born-Oppenheimer Näherung, Gitterschwingungen, nichtwechselwirkende Elektronen, Bloch Theorem, Bandstruktur, Halbleiter, elektronischer Transport, Elektron-Elektron-Wechselwirkung, Modelle für wechselwirkende Elektronen				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1-4</i> , <i>Theoretische Physik 1-5</i>				

Modul: VTHFP2	Höhere Theoretische Festkörperphysik				
Ziele:	In diesem Modul werden fortgeschrittene Themen der theoretischen Festkörperphysik behandelt. Dabei wird über die Beschreibung als wechselwirkende Vielteilchensysteme insbesondere ein tieferes Verständnis für fundamental nicht-klassische Phänomene in Festkörpern vermittelt.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.5 CP	Selbststudium: 3.5 CP		
Angebotsturnus:	jährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Höhere Theoretische Festkörperphysik		V3 + Ü2	6	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Höhere Theoretische Festkörperphysik				
Inhalt:	Wechselwirkende Elektronen, Hartree-Fock Theorie, Dichtefunktionaltheorie, Grundlagen der Vielteilchenphysik, elektronischer Transport, Magnetismus, Supraleitung, Fermi-Flüssigkeitstheorie und Quasi-Teilchen-Konzept				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1–4</i> , <i>Theoretische Physik 1–5</i> , <i>Einführung in die Theoretische Festkörperphysik</i>				

Modul: VSTATP	Statistische Physik und kritische Phänomene				
Ziele:	Aufbauend auf den Grundvorlesungen über Theoretische Physik vermittelt das Modul vertiefende Kenntnisse über Phasenübergänge. Am Ende des Moduls können die Studierenden zur Beschreibung von kritischen Phänomenen geeignete Modelle heranziehen und das Konzept der Universalität auf kritische Phänomene in allen Bereichen der Physik anwenden.				
Credit Points:	6	Präsenzstudium: 2.0 CP	Selbststudium: 4.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Statistische Physik und kritische Phänomene		V3 + Ü1	6	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Statistische Physik und kritische Phänomene				
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Phasenübergänge und kritische Phänomene, Ginzburg-Landau-Theorie für Phasenübergänge 2. Ising-Modell und andere einfache Spinmodelle 3. Renormierungsgruppe 4. Monte-Carlo-Methoden 				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Theoretische Physik 1–5</i>				

Modul:	VUKQG	Ultrakalte Quantengase			
Ziele:	Das Modul gibt eine Einführung in die Physik ultrakalter Quantengase, wechselwirkender Quanten-Vielteilchensysteme und die Grundlagen der Quanteninformationsverarbeitung.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Ultrakalte Quantengase		V4 + Ü2	8	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Ultrakalte Quantengase				
Inhalt:	Suprafluidität und Bose-Kondensation, Theorie wechselwirkender Bosonen (Bogoliubov, Gross-Pitaevskii), Quantenstatistik und Hanbury-Brown-Twiss Experiment, optische Gitter, Mott-Übergang, Bloch-Oszillationen, fermionische Kondensate und BCS-Theorie, Grundlagen der Quanteninformationstheorie, Bell'sche Ungleichung und Quantenteleportation, Verschränkung und Entropie, Schumacher-Codierungstheorem, Quantencomputing mit ultrakalten Atomen				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1-4</i> , <i>Theoretische Physik 1-5</i>				

Modul: VTHQO	Theoretische Quantenoptik				
Ziele:	Das Modul vermittelt einen Überblick über moderne Konzepte der Quantenoptik und die Theorie offener Quantensysteme.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Theoretische Quantenoptik		V4 + Ü2	8	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Theoretische Quantenoptik				
Inhalt:	Quantisierung und Kohärenzeigenschaften des elektromagnetischen Feldes, squeezed States, Phasenraumdarstellungen, Wigner-Funktion, Quantenmechanik offener Systeme, Lindblad- und Fokker-Planck-Gleichung, Quantum Markov-Prozesse, Dekohärenz und Theorie der Messung, Quanteninformationsverarbeitung mit quantenoptischen Systemen, Cavity QED, Theorie des Lasers, Lichtkräfte, ultrakalte Quantengase				
Unterrichtssprache:	Deutsch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Experimentalphysik 1–4</i> , <i>Theoretische Physik 1–5</i>				

Modul: VQMPT	Vielteilchenphysik (Many-body physics)				
Ziele:	Die Studierenden lernen die grundlegenden Methoden der Vielteilchen-Theorie, um eigenständig auf dem Gebiet der Vielteilchenphysik arbeiten zu können.				
Credit Points:	8	Präsenzstudium: 3.0 CP	Selbststudium: 5.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS oder SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Vielteilchenphysik (Many-body physics)		V4 + Ü2	8	Pf	WS/SS
Lehrveranstaltung:	Vielteilchenphysik (Many-body physics)				
Inhalt:	Zweite Quantisierung, Vielteilchen-Modellsysteme, Greensche Funktionen, Diagrammatische Störungstheorie für $T = 0$ und $T > 0$, Random-Phase Approximation, Leiter-Näherung				
Unterrichtssprache:	Deutsch/Englisch				
Erforderliche Vorkenntnisse:	Inhalt der Veranstaltungen <i>Theoretische Physik 1-5</i>				

Modul: VIQMPT	Introduction to Quantum Many-Particle Theory				
Ziele:	In this module students acquire a basic understanding of many-particle wave functions and operators, as well as of standard methods for studying the properties of many-particle systems. The module prepares students for attending one of the more advanced quantum many-body courses which directly lead to research projects in this field. Diese Lehrveranstaltung wird je nach Wunsch der Studierenden auf Englisch oder Deutsch angeboten.				
Credit Points:	3	Präsenzstudium: 1.0 CP	Selbststudium: 2.0 CP		
Angebotsturnus:	unregelmäßig	Dauer: einsemestrig	Beginn: im WS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Introduction to Quantum Many-Particle Theory		V2	3	Pf	WS
Lehrveranstaltung:	Introduction to Quantum Many-Particle Theory				
Inhalt:	many-particle states and operators; Hartree-Fock approximation, correlation (Part I); 2nd quantization, Fock space; pictures in quantum theory; linear response; Green's functions, equations of motion for Green's functions; perturbation theory; Dyson equation, irreducible functions; Hartree-Fock approximation, correlation (Part II).				
Unterrichtssprache:	English				
Erforderliche Vorkenntnisse:	elementary quantum mechanics; basic elements of functional analysis (concepts of Hilbert space, complete and orthonormal basis sets,...)				

Modul:	VDFT	Density Functional Theory			
Ziele:	<p>In this module students are trained for doing research in the field of computational electronic structure theory. Both the theoretical background of one of the standard methods in this field, Density Functional Theory, and more practical aspects are covered. As a result, students understand the significance and implications of various approximations and are able to operate standard density functional codes.</p> <p>Diese Lehrveranstaltung wird je nach Wunsch der Studierenden auf Englisch oder Deutsch angeboten.</p>				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.5 CP	Selbststudium: 3.5 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Density Functional Theory		V3	5	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Density Functional Theory				
Inhalt:	<p>Hohenberg-Kohn theorem, interacting v-representability, spin/current-density functional theory, Kohn-Sham equations, noninteracting v-representability, exact exchange, virial theorems, adiabatic connection, local density approximation (LDA), (meta) generalized gradient approximation, LDA+U, orbital-dependent functionals, time-dependent density functional theory, relativistic density functional theory</p>				
Unterrichtssprache:	English				
Erforderliche Vorkenntnisse:	content of course <i>Introduction to Quantum Many-Particle Theory</i>				

Modul:	VQMD	Quantum Molecular Dynamics			
Ziele:	<p>In the first course of this module students acquire a basic understanding of many-particle wave functions and operators, as well as of standard methods for studying the properties of many-particle systems. The second course then trains students for a master's project in one of the condensed matter research groups.</p> <p>Diese Lehrveranstaltung wird je nach Wunsch der Studierenden auf Englisch oder Deutsch angeboten.</p>				
Credit Points:	5	Präsenzstudium: 1.5 CP	Selbststudium: 3.5 CP		
Angebotsturnus:	zweijährlich	Dauer: einsemestrig	Beginn: im SS		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	keine				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
Modulprüfung:	Modulabschlussprüfung; mündliche Prüfung oder Klausur, benotet				
Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung:	keine				
Prüfungsverfahrensregelungen gemäß Studienordnung:	MSc Computational Science				
Verwendbarkeit:	Bsc Physik, MSc Physik, MSc Computational Science				
Lehrveranstaltungen des Moduls		Art/SWS	CP	Pf/WP	Sem.
Quantum Molecular Dynamics		V3	5	Pf	SS
Lehrveranstaltung:	Quantum Molecular Dynamics				
Inhalt:	<p>Born-Oppenheimer approximation; density functional theory (Hohenberg-Kohn theorem, Kohn-Sham equations, local density approximation, generalized gradient approximation, time-dependent density functional theory); Born- Oppenheimer versus Car-Parrinello dynamics; iterative diagonalization; optimization techniques (steepest descent, conjugate gradient dynamics, variable metric method); global energy minimization (Metropolis algorithm, Markov chains, dynamical simulated annealing); pseudopotentials; quantum molecular dynamics for periodic systems; Kleinman-Bylander transformation; supercell concept</p>				
Unterrichtssprache:	English				
Erforderliche Vorkenntnisse:	<p>basic understanding of (a) classical electrodynamics (Coulomb forces); (b) quantum mechanics of many-electron systems (Schrödinger equation, Pauli principle, second quantization)</p>				

Index 1: Modulkuerzel

B-AS1, 62
B-ES, 45
B-RA, 43
B-SIM1, 2
B-VS, 41

EMETA, 65
EMETB, 67

FATDYN, 68

GEO1A, 72
GEO1B, 74
GEO2A, 77
GEO2B, 80

I+M, 6

KLIMA, 70

M-AE-S, 39
M-AE1, 35
M-AE2, 36
M-AK-S, 40
M-APA, 33
M-AS2, 63
M-COFI-S, 29
M-COFI2-S, 30
M-CONS, 61
M-EAL, 32
M-EXA-PR, 38
M-HL, 4
M-HL-PR, 5
M-NEURO-S, 26, 64
M-NUMS-S, 27
M-PDA, 31
M-REM, 47
M-SIM-S, 25
M-SIM2, 3
M-SIMI, 22
M-SIMP-PR, 24
M-STWR, 23
M-SV, 42
M-TRANS-S, 28
M-VIS, 37
MACS, 21

RFM1, 48
RFM2, 51

SPEZ1, 15
SPEZ2, 17

THNEU2, 57

VCADS, 56
VDFT, 94
VIQMPT, 93
VMLEARN, 55
VQFT1, 83
VQFT2, 84
VQMD, 95
VQMPT, 92
VQTLAT, 85
VSTATP, 86, 89
VTHFP1, 87
VTHFP2, 88
VTHNEU1, 54
VTHQO, 91
VUKQG, 90

Index 2: Modultitel

- Adaptive Systeme, 63
Aktuelle Themen im Algorithm Engineering, 39
Algorithm Engineering 1, 35
Algorithm Engineering 2, 36
Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 65
Approximationsalgorithmen, 33
Atmospheric Dynamics, 67
- Complex Adaptive Dynamical Systems, 56
Computational Math Finance 1, 48
Computational Math Finance 2, 51
Computational Neuroscience, 61
- Density Functional Theory, 94
- Effiziente Algorithmen, 32
Einführung in Adaptive Systeme, 62
Einführung in die Quantenfeldtheorie und das Standardmodell der Teilchenphysik, 83
Einführung in die Theoretische Festkörperphysik, 87
Einführung in Verteilte Systeme, 41
Eingebettete Systeme, 45
- Fachliche Spezialisierung 1 im MSc Computational Science, 15
Fachliche Spezialisierung 2 im MSc Computational Science, 17
Fortgeschrittene Atmosphärendynamik, 68
Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie und Quantenchromodynamik, 84
- Geophysik/Kristallographie 1a, 72
Geophysik/Kristallographie 1b, 74
Geophysik/Kristallographie 2a, 77
Geophysik/Kristallographie 2b, 80
- Höhere Theoretische Festkörperphysik, 88
Hochleistungsrechnerarchitektur, 4
- Introduction to Quantum Many-Particle Theory, 93
- Klimasystem und -prozesse, 70
- Machine Learning, 55
Masterarbeit, 21
Modellierung und Simulation I , 2
Modellierung und Simulation II, 3
Modellierung und Simulation in der Industrie, 22
- Parallel and Distributed Algorithms, 31
Praktikum Experimentelle Algorithmen, 38
- Praktikum Hochleistungsrechnerarchitektur, 5
Projektpraktikum Modellierung und Simulation, 24
- Quantum Molecular Dynamics, 95
Quantum Theory on the Lattice, 85
- Rechnerarchitektur (Computer Architecture), 43
Rechnergestützte Entwurfsverfahren für die Mikroelektronik (Electronic Design Automation), 47
- Seminar Algorithmen und Komplexität, 40
Seminar Ausgewählte Themen der Modellierung und Simulation, 25
Seminar Computational Finance 1, 29
Seminar Computational Finance 2, 30
Seminar Modellierung der Signalverarbeitung in Neuronen, 26, 64
Seminar Modellierung von Diffusion und Transport in Biogewebe, 28
Seminar Numerische Strömungsmechanik, 27
Spezielle Themen des Wissenschaftlichen Rechnens, 23
Statistische Physik und kritische Phänomene, 86, 89
Systemverifikation, 42
- Theoretical Neuroscience I, 54
Theoretical Neuroscience II, 57
Theoretische Quantenoptik, 91
- Ultrakalte Quantengase, 90
- Vielteilchenphysik (Many-body physics), 92
Visualisation, 37
- Wahlmodul Informatik & Mathematik, 6