

**Ordnung des Fachbereichs Physik der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main für den Masterstudiengang *Computational Science* mit dem Abschluss *Master of Science***

**(Datum der letzten Lesung im Fachbereichsrat Physik: 22. Juni 2005)**

---

**Gliederung:**

**Abschnitt I: Allgemeines**

- § 1 Geltungsbereich, Zweck der Prüfung; akademischer Grad
- § 2 Zielsetzung und Zielgruppe des Studiengangs
- § 3 Berufliche Perspektiven
- § 4 Studienvoraussetzungen und Studierendenauswahl
- § 5 Studienbeginn, Regelstudienzeit und Fristsetzung für Prüfungen

**Abschnitt II: Studien- und Prüfungsorganisation**

- § 6 Studien- und Prüfungsaufbau; Module und Leistungspunkte
- § 7 Studiennachweise (Leistungsnachweise und Teilnahmenachweise)
- § 8 Lehr- und Lernformen
- § 9 Akademische Leitung und Modulkoordination
- § 10 Studienberatung
- § 11 Studienverlaufsplan, Vorlesungsverzeichnis, Qualitätssicherung
- § 12 Prüfungsausschuss; Prüfungsamt
- § 13 Prüfungsbefugnis; Beisitz bei mündlichen Prüfungen

**Abschnitt III: Zulassung zur Masterprüfung, Masterprüfung und Prüfungsverfahren**

- § 14 Umfang der Masterprüfung
- § 15 Zulassung zur Masterprüfung
- § 16 Prüfungstermine, Meldefristen und Meldeverfahren für die Modulprüfungen
- § 17 Modulprüfungen; Prüfungsformen
- § 18 Mündliche Prüfungsleistungen
- § 19 Klausurarbeiten und Hausarbeiten
- § 20 Masterarbeit
- § 21 Nachteilsausgleich
- § 22 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß
- § 23 Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen

**Abschnitt IV: Bewertung der Prüfungsleistungen; Nichtbestehen und Wiederholung der Prüfungen; Bildung der Gesamtnote**

- § 24 Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten, Gesamtnote
- § 25 Bestehen von Modulprüfungen
- § 26 Nichtbestehen und Wiederholung einzelner Prüfungen, Fristen
- § 27 Endgültiges Nichtbestehen der Masterprüfung

**Abschnitt V: Prüfungszeugnis, Urkunde, Diploma Supplement**

- § 28 Zeugnis
- § 29 Masterurkunde
- § 30 Diploma Supplement

**Abschnitt VI: Schlussbestimmungen**

- § 31 Ungültigkeit von Prüfungen, Behebung von Prüfungsmängeln

§ 32 Einsicht in die Prüfungsunterlagen

§ 33 Einspruch und Widerspruch

§ 34 In-Kraft-Treten

**Anhänge:**

Anhang 1: Module des Masterstudiengangs

Anhang 2: Studienverlaufsplan

Anhang 3: Exemplarischer Studienverlauf (Spezialisierung Geowissenschaften/Mineralogie)

Anhang 4: Diploma Supplement

**Abkürzungsverzeichnis**

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CP	<i>Credit Points</i> - Leistungspunkte
CSC	<i>Center for Scientific Computing</i>
ECTS	<i>European Credit Transfer System</i>
EU	Europäische Union
FP	Forschungspraktikum
GVBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen
HHG	Hessisches Hochschulgesetz in der Fassung vom 31. Juli 2000 (GVBl. I, S. 374 ff.) zuletzt geändert durch Gesetz vom 20. Dezember 2004 (GVBl. I, S. 466 ff.) in der jeweils gültigen Fassung
HImmaVO	Verordnung über das Verfahren der Immatrikulation, das Teilzeitstudium, die Ausführung des Hessischen Studienguthabengesetzes und die Verarbeitung personenbezogener Daten an den Hochschulen des Landes Hessen vom 29.12.2003 (GVBl. I, Nr. 1. S. 12 ff.) in der jeweils gültigen Fassung.
P	Praktikum
Pf	Pflichtveranstaltung
S	Seminar
StAnz.	Staatsanzeiger für das Land Hessen
SWS	Semesterwochenstunden
UE	Übung
V	Vorlesung
WP	Wahlpflichtveranstaltung

## **Abschnitt I: Allgemeines**

### **§ 1**

#### **Geltungsbereich, Zweck der Prüfung; akademischer Grad**

- (1) Diese Ordnung regelt das Studium und die Prüfung im Masterstudiengang *Computational Science* des Fachbereichs Physik an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- (2) Der Masterstudiengang führt zu einem zweiten berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums der Biologie, Chemie, Geowissenschaften, Informatik, Mathematik oder Physik. Der Studiengang baut konsekutiv auf dem Bachelorstudiengang in einer dieser Disziplinen auf.
- (3) Durch die kumulative Masterprüfung soll festgestellt werden, ob die oder der Studierende im Rahmen ihrer oder seiner wissenschaftlichen Ausbildung die Fähigkeit erworben hat, tiefergehende wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse anzuwenden sowie das erworbene Wissen kritisch einzuordnen und zu bewerten.
- (4) Aufgrund der bestandenen Masterprüfung verleiht der Fachbereich Physik der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main den akademischen Grad „Master of Science“, abgekürzt M.Sc.
- (5) Nach erfolgreichem Abschluss des Masterstudiums besteht die Möglichkeit zur Promotion. Näheres regelt die Promotionsordnung.

### **§ 2**

#### **Zielsetzung und Zielgruppe 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 Problemstellungen. *Computational Science* ist daher im gegenwärtigen Rahmen als die Kombination von mathematischer Modellbildung in einem naturwissenschaftlich-technischen 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 der Naturwissenschaften mit theoretischer Orientierung 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 Theoretikern in den einzelnen Fachdisziplinen 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 theoretischen Naturwissenschaften (einschließlich der *Life Sciences*) vorbereiten wollen. Der Studiengang zielt auf hochqualifizierte in- und ausländische Bachelorabsolventinnen und Bachelorabsolventen ab und entwickelt auch die Basis für ein Promotionsstudium an der *Frankfurt International Graduate School of Science*.

(4) Im Masterstudiengang *Computational Science* werden Kenntnisse und Fertigkeiten vermittelt, die seine Absolventinnen und Absolventen zu einer beruflichen Tätigkeit als theoretische Biologen/innen, Chemiker/innen, Geowissenschaftler/innen oder Physiker/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 naturwissenschaftliche Ausbildung 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 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 an Personen, die sich für eine anschließende Tätigkeit im Rahmen ihres Herkunftsfaches das moderne und häufig unverzichtbare Handwerkszeug des *Scientific Computing* aneignen wollen.
- Durch die relativ breite methodische Ausbildung in numerischer Mathematik und Informatik sowie das interdisziplinäre Curriculum wird aber gleichzeitig ein hohes Maß an Flexibilität bei der Einsatzfähigkeit der Absolventinnen und Absolventen sichergestellt. Entsprechend dem Master in den beteiligten Fachrichtungen ist auch der Master in *Computational Science* ein Generalist, was ihm den Quereinstieg in fachferne Berufsfelder erlaubt. Der Studiengang wendet sich daher auch an Personen, die primär eine methodische Ausbildung suchen, um sie anschließend in einem nicht-naturwissenschaftlichen Umfeld zum Einsatz zu bringen.
- Der modulare Aufbau ermöglicht es außerdem, einzelne Studienabschnitte im Rahmen von Weiterbildungsangeboten zu nutzen.

(5) Der Studiengang wird vollständig in englischer Sprache durchgeführt, um der internationalen Zusammensetzung vieler Forschungs- und Entwicklungsteams sowohl in der Grundlagenforschung als auch im privatwirtschaftlichen Sektor Rechnung zu tragen.

(6) Der Studiengang *Computational Science* vermittelt den Studierenden nicht nur fachwissenschaftliche Kenntnisse sondern auch interpersonelle Fähigkeiten (*soft skills*), die für den künftigen Einsatzbereich der Absolventinnen und Absolventen wichtig sind:

**Teamarbeit:** In allen Übungen und Praktika werden die Aufgabenstellungen von mindestens zwei Studierenden gemeinsam bearbeitet. Die Masterarbeit wird in der Regel unter Einbindung in ein Team aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern durchgeführt. Kooperation und Kommunikation 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 Abschlussarbeiten werden häufig auf nationalen und internationalen Konferenzen vortragen bzw. in Form von Postern präsentiert. Das Ausarbeiten von Vorträgen und Postern ist ein wesentlicher Bestandteil der Ausbildung der Studierenden.

**Projektentwicklung:** 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.

**Informationstechnik:** Im Rahmen des Studiengangs werden alle Bereiche der modernen Informationstechnik entweder unmittelbar über Lehrveranstaltungen oder mittelbar bei der Bearbeitung des Masterprojektes abgedeckt. Das gilt insbesondere für den praktischen Umgang mit allen Arten im künftigen Einsatzbereich der Absolventinnen und Absolventen gängigen Computern (einschließlich Hochleistungsrechnern) sowie die Rechner-gestützte Informationsrecherche und schriftliche/visuelle Aufbereitung von Information.

**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.

**Internationalität:** Durch seine durchgängig englischsprachigen Lehrveranstaltungen und die Einbettung der Studierenden in international zusammengesetzte Forschungsgruppen bzw. internationale Kooperationen während des Master-Projektes wird die interkulturelle Kompetenz der Studierenden wesentlich befördert. Diese stellt im Zuge der Globalisierung vieler Gesellschaftsbereiche eine zunehmend wichtigere Querschnittskompetenz dar.

### § 3

#### **Berufliche Perspektiven**

Für Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs *Computational Science* eröffnen sich vielfältige Berufsperspektiven in einer ganzen Reihe unterschiedlicher Wirtschaftszweige. Als Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler bringen Absolventinnen und Absolventen dieses Studiengangs vertiefte Kenntnisse in ihrem jeweiligen Spezialfach mit, die in den methodisch orientierten Disziplinen Mathematik und Informatik nicht oder nur in geringem Umfang angesprochen werden. Auf der anderen Seite verfügen Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs *Computational Science* über eine breitere theoretische Methodenausbildung als die Absolventinnen und

Absolventen traditioneller naturwissenschaftlicher Studiengänge. Diese Breite erhöht nicht zuletzt ihre Flexibilität in der Auswahl ihrer Betätigungsfelder. Im Folgenden werden einige 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**

Eine 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, (Bio)Chemie, Hirnforschung und Geowissenschaften zur Anwendung, sondern werden zum Beispiel auch zum Design komplexerer 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 cirka 4 bis 12 Tagen umfasst. Die Absolventinnen und Absolventen 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.

## § 4

### Studienvoraussetzungen und Studierendenauswahl

(1) Für die Aufnahme des Studiums im Masterstudiengang ist der Bachelor-Abschluss in einem der Fächer Biologie, Chemie, Geowissenschaften, Informatik, Mathematik oder Physik oder ein als gleichwertig anerkannter akademischer Abschluss Voraussetzung. Dieser Abschluss kann entweder an einer deutschen oder an einer anerkannten ausländischen wissenschaftlichen Hochschule erworben worden sein. Die Gesamtnote des Abschlusses muss der Note „gut“ (vgl. hierzu § 24) oder besser entsprechen. Weitere Zugangsvoraussetzungen für den Master-Studiengang *Computational Science* sind:

- a) der Nachweis erfolgreicher Teilnahme an Mathematik-Modulen zu den Themen Analysis, Lineare Algebra oder Stochastik im Umfang von mindestens 16 *Credit Points* (CP). Als erfolgreiche Teilnahme wird eine erreichte Note von „gut“ oder besser angesehen. Darüber hinausgehende, vertiefte Kenntnisse in Mathematik (insbesondere: Differentiation und Integration von Funktionen einer und mehrerer Variablen, Grundzüge der Funktionentheorie, gewöhnliche Differentialgleichungen, Variationsrechnung) sind für den Besuch der meisten Lehrveranstaltungen des Master-Programms erforderlich. Es wird davon ausgegangen, dass Studienbewerberinnen und Studienbewerber sich diese Kenntnisse auf der Basis der für die einzelnen Veranstaltungen in Anhang 1 ausgewiesenen Anforderungen entweder selbstständig oder durch Besuch von Lehrveranstaltungen außerhalb des Master-Studiengangs *Computational Science* aneignen, sofern dies nicht bereits im vorangegangenen Bachelorstudium erfolgt ist.
- b) der Nachweis der Kenntnis mindestens einer höheren Programmiersprache. Darüber hinaus sind weitere Kenntnisse der praktischen Informatik erforderlich, die jedoch nicht durch CP nachgewiesen werden müssen. Es wird davon ausgegangen, dass Studienbewerberinnen und Studienbewerber sich die Vorkenntnisse zu den Informatik-Veranstaltungen des Studiengangs entweder selbstständig auf der Basis der für die einzelnen Veranstaltungen in Anhang 1 ausgewiesenen Anforderungen sowie der im Modulhandbuch angegebenen Literatur oder durch Besuch von Lehrveranstaltungen außerhalb des Master-Studiengangs *Computational Science* aneignen, sofern dies nicht bereits im vorangegangenen Bachelorstudium erfolgt ist.
- c) im Fall von Bachelorabsolventinnen und Bachelorabsolventen der Mathematik oder der Informatik der Nachweis, dass ein naturwissenschaftliches Nebenfach im Umfang von mindestens 24 CP studiert und die Modulprüfungen im Durchschnitt mit der Note „gut“ oder besser abgeschlossen wurden.
- d) der Nachweis ausreichender Englischkenntnisse mittels des TOEFL. Im Fall des Computerbasierten TOEFL-Tests wird ein *score* von mindestens 213 als ausreichend betrachtet, im Fall des schriftlichen Tests sind mindestens 550 Punkte erforderlich. Der Test darf nicht länger als zwei Jahre zurückliegen. Kenntnisse der deutschen Sprache sind nützlich, gehören aber nicht zu den Zugangsvoraussetzungen für den Studiengang.

(2) Studienbewerberinnen oder Studienbewerber, die die Zugangsvoraussetzungen a) bzw. c) nicht erfüllen, weil nur unbenotete Nachweise über die erfolgreiche Teilnahme an den entsprechenden Modulen vorgelegt werden können, kann, auf Antrag an den Prüfungsausschuss (§12), die Möglichkeit eingeräumt werden, entsprechende Kenntnisse in einer 30-minütigen mündlichen Prüfung nach-

zuweisen. Die Prüferin oder der Prüfer für diese Zulassungsprüfung wird von der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses gemäß § 13 bestellt.

(3) Studienbewerberinnen oder Studienbewerber, die die erfolgreiche Teilnahme an Mathematik-Modulen im Umfang von 16 CP nachweisen können, aber die Zugangsvoraussetzung a) nicht erfüllen, weil Teile dieser Studienleistungen in Numerischer Mathematik erbracht wurden, kann, auf Antrag beim Prüfungsausschuss, die Zulassung unter der Auflage gewährt werden, dass zusätzlich zum Curriculum des Master-Studiengangs *Computational Science* weitere Mathematik-Module zu den Themen Analysis oder Lineare Algebra im Umfang der für die Zulassung eingebrachten CP in Numerischer Mathematik absolviert werden. Der Prüfungsausschuss bestimmt die Frist, innerhalb der diese Auflage erfüllt werden muss.

(4) Der Prüfungsausschuss (§12) führt ein Zulassungsverfahren unter den Studienbewerberinnen und Studienbewerber auf der Basis ihrer Leistungen im vorangegangenen Bachelor-Studium durch. Er kann hierzu Richtlinien erlassen. Der Prüfungsausschuss entscheidet über die Zulassung zum Masterstudiengang und, auf Antrag der Studienbewerberin oder des Studienbewerbers, über die Gleichwertigkeit eines Abschlusses mit einem in Abs.1 genannten Bachelorstudiengang sowie über die Durchführung einer mündlichen Prüfung nach Abs.2 und die Anerkennung von CP in Numerischer Mathematik nach Abs.3.

## § 5

### **Studienbeginn, Regelstudienzeit und Fristsetzung für Prüfungen**

(1) Der Studiengang wird jährlich zum Wintersemester angeboten.

(2) Die Regelstudienzeit beträgt einschließlich aller Prüfungen und der Masterarbeit vier Semester. Die am Curriculum dieses Masterstudiengangs beteiligten Fachbereiche Biochemie, Chemie und Pharmazie, Geowissenschaften/Geographie, Informatik und Mathematik, sowie Physik stellen durch das Lehrangebot und die Gestaltung des Prüfungsverfahrens sicher, dass das Masterstudium einschließlich sämtlicher Prüfungen in der Regelstudienzeit abgeschlossen werden kann. Das Masterstudium kann in kürzerer Zeit abgeschlossen werden.

(3) Das Studium kann nach der HImmaVO als Teilzeitstudium durchgeführt werden. Ein Teilzeitstudium kann semesterweise wahrgenommen werden. Wird von der Möglichkeit des Teilzeitstudiums Gebrauch gemacht, werden jeweils zwei im Teilzeitstudium absolvierte Semester als ein Fachsemester gezählt. Bei Teilzeitstudium wird dringend empfohlen, die Studienfachberatung (§ 10) aufzusuchen.

(4) Hat sich eine Studierende oder ein Studierender im Vollzeitstudium innerhalb von zwei Fachsemestern keiner Modulprüfung unterzogen, so kann der Prüfungsausschuss nach Anhörung und eingehender Studienberatung Fristen für die weiteren Prüfungen setzen und Auflagen erteilen.

## **Abschnitt II: Studien- und Prüfungsorganisation**

## § 6

### **Studien- und Prüfungsaufbau; Module und Leistungspunkte (CP)**

(1) Der Masterstudiengang ist modular aufgebaut. Er umfasst folgende Pflichtmodule:

- Numerical Methods I

- Numerical Methods II
- Computing I
- Computing II
- Specialization I
- Specialization II
- Specialization III
- Seminar
- Master Thesis (Studienabschlussarbeit).

Die Pflichtmodule bestehen aus Pflicht- sowie Wahlpflichtveranstaltungen. Anhang 1 enthält eine Liste der im Rahmen dieses Studiengangs zu absolvierenden Pflichtveranstaltungen sowie der Wahlpflichtveranstaltungen mit den zugehörigen Teilnahmeanforderungen. Der Katalog der in Anhang 1 aufgeführten Wahlpflichtveranstaltungen kann durch Beschluss des Prüfungsausschusses um zusätzliche Angebote erweitert werden. Die Wählbarkeit von Wahlpflichtveranstaltungen kann bei fehlender Kapazität durch Beschluss des Prüfungsausschusses eingeschränkt werden. Die Einschränkung wird den Studierenden rechtzeitig durch Aushang am Prüfungsamt bekannt gegeben.

(2) Ein Modul ist eine inhaltliche und zeitlich abgeschlossene Lehr- und Lerneinheit mit definierten Zielen, Inhalten sowie Lehr- und Lernformen. Die Module erstrecken sich in der Regel über ein oder zwei Semester. Detaillierte Modulbeschreibungen für die Pflichtmodule, aus denen sich insbesondere die Dauer des Moduls, sein Semesterwochenstundenumfang (SWS) sowie seine Lehrinhalte und –ziele ergeben, enthält Anhang 1.

(3) Jedem Modul sind in den Modulbeschreibungen CP zugeordnet. 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 ca. 30 Stunden. Für ein Vollzeitstudium sind pro Semester 30 CP vorgesehen.

(4) Für die im Masterstudiengang eingeschriebenen Studierenden wird im Prüfungsamt ein CP-Konto geführt. Voraussetzung für die Vergabe von CP für ein Modul ist nach Maßgabe der Modulbeschreibung die regelmäßige Teilnahme oder die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Lehrveranstaltungen des Moduls sowie der erfolgreiche Abschluss der Modulprüfung.

(5) Das Masterstudium wird mit der Masterprüfung abgeschlossen. Ihr Umfang ergibt sich aus § 14.

## § 7

### **Studiennachweise (Leistungsnachweise und Teilnahmenachweise)**

(1) Soweit nach den Modulbeschreibungen für einzelne Lehrveranstaltungen eines Moduls bzw. für die Vergabe von CP Leistungs- und/oder Teilnahmenachweise zu erbringen sind, gelten nachfolgende Regelungen.

(2) Verantwortlich für die Ausstellung eines Leistungs- oder Teilnahmenachweises ist die Leitung der Lehrveranstaltung.

(3) Leistungs- und Teilnahmenachweise werden veranstaltungsbegleitend erbracht und gehen nicht in die Modulnote ein.

(4) Voraussetzung für die Vergabe eines Leistungsnachweises ist die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung; Voraussetzung für die Vergabe eines Teilnahmenachweises ist die regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung.

(5) Die regelmäßige Teilnahme ist gegeben, wenn der oder die Studierende in allen von der Veranstaltungsleitung im Verlauf eines Semesters angesetzten Einzelveranstaltungen anwesend war und, soweit dies die Lehrveranstaltungsleitung für die Vergabe eines Teilnahmenachweises voraussetzt, sich aktiv in den Einzelveranstaltungen beteiligt hat (inklusive dem Erbringen kleinerer Aufgaben wie Protokolle, Referate mit und ohne Vortrag und Gruppenarbeiten). Eine regelmäßige Teilnahme kann noch attestiert werden, wenn die oder der Studierende nicht mehr als 17% der Einzelveranstaltungen versäumt hat. Bei darüber hinausgehenden Fehlzeiten kann die oder der Lehrende das Erteilen eines Teilnahmenachweises von der Erfüllung von Pflichten abhängig machen.

(6) Die erfolgreiche Teilnahme setzt neben der regelmäßigen Teilnahme voraus, dass eine durch die Veranstaltungsleitung positiv bewertete (benotete oder unbenotete) individuelle Leistung erbracht wurde. Die Veranstaltungsleitung kann die Bestätigung der erfolgreichen Teilnahme an einer Lehrveranstaltung auch von der Erbringung mehrerer Leistungen abhängig machen. Leistungen können insbesondere sein: Klausuren, mündliche Prüfungen, Protokolle, Kolloquien, Referate mit und ohne Vortrag und Hausarbeiten. Bei schriftlichen Arbeiten (Referaten und Hausarbeiten) hat die oder der Studierende bei deren Abgabe eine schriftliche Erklärung abzugeben, dass sie oder er die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt hat. Die Veranstaltungsleitung gibt die genauen Kriterien für die Vergabe des Leistungsnachweises, insbesondere die Anzahl und die Art der hierfür zu erbringenden Leistungen sowie die Frist, in der diese erbracht sein müssen, zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt. Die Kriterien dürfen während des laufenden Semesters nur dann geändert werden, wenn die Änderungen nicht zum Nachteil der Studierenden sind. Die Veranstaltungsleitung kann den Studierenden die Nachbesserung einer schriftlichen Leistung unter Setzung einer Frist ermöglichen. Der Besuch von Lehrveranstaltungen zwecks Erlangung von Leistungsnachweisen ist unbeschränkt oft wiederholbar.

(7) Die als Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung geforderten Leistungs- und Teilnahmenachweise sind im Regelfall mit der Meldung zur Modulprüfung, spätestens aber einen Tag vor dem Prüfungstermin im Prüfungsamt vorzulegen. Das Prüfungsamt kann in begründeten Fällen gestatten, die Nachweise später zu führen. Die Bescheinigung über die bestandene Modulprüfung darf aber erst erteilt werden, wenn die für das Modul geforderten Teilnahme- und Leistungsnachweise vollständig vorliegen.

## § 8

### Lehr- und Lernformen

Die Studieninhalte werden innerhalb der Module in folgenden Lehr- und Lernformen vermittelt:

- *Vorlesungen (V)* bieten eine zusammenhängende Behandlung von Themen und vermitteln einen Überblick über einen bestimmten Wissenschaftsbereich. Der Stoff der Vorlesungen wird jeweils spätestens zu Beginn des folgenden Semesters geprüft.
- *Übungen (UE)* dienen der Vertiefung und Ergänzung der Lehrinhalte der Veranstaltungen, denen sie zugeordnet sind. In ihnen wird außerdem die wissenschaftliche Interaktion geübt.
- Ein *Seminar(S)* ist eine selbstständige Bearbeitung einer fachspezifischen oder fachübergreifenden Aufgabenstellung, sowie die Darstellung dieser Arbeit und ihrer Ergebnisse in einem mündlichen Vortrag mit anschließender Diskussion.

- Im *Praktikum (P)* werden unter Anleitung Computersimulationen zu vorgegebenen Fragestellungen auf der Basis vorliegender Programmelemente durchgeführt. Zu jeder betrachteten Aufgabenstellung ist eine Ausarbeitung anzufertigen.
- Im *Forschungspraktikum (FP)* werden unter Anleitung die grundlegenden sowie die fachspezifischen Arbeitstechniken für die wissenschaftliche Arbeit in den theoretischen Naturwissenschaften eingeführt. Insbesondere erfolgt eine Einarbeitung in die wissenschaftlichen Veröffentlichungspraxis, in die relevante Spezialliteratur, in die relevanten analytischen Methoden und numerischen Codes sowie in die Abfassung von Projektanträgen.

## § 9

### Akademische Leitung und Modulkoordination

(1) Der Fachbereichsrat des Fachbereichs Physik wählt auf Vorschlag der Studiendekanin oder des Studiendekans aus der Professorengruppe für die Dauer von drei Jahren eine akademische Leiterin oder einen akademischen Leiter des Masterstudiengangs. Die akademische Leiterin oder der akademische Leiter hat insbesondere folgende Aufgaben:

- Koordination des Lehr- und Prüfungsangebots im Masterstudiengang in Zusammenwirken mit den Modulkoordinatorinnen und Modulkoordinatoren;
- Bestellung der Modulkoordinatorinnen und Modulkoordinatoren.

(2) Für jedes Modul des Masterstudienganges ernennt die akademische Leitung aus dem Kreis der prüfungsbefugten Lehrenden des Moduls im Einvernehmen mit den am Modul beteiligten Fachbereichen eine Modulkoordinatorin oder einen Modulkoordinator. Diese oder dieser ist für alle das Modul betreffenden inhaltlichen Abstimmungen und organisatorischen Aufgaben zuständig. Dazu gehören insbesondere Vorschläge für die Prüferinnen und Prüfer der Modulprüfungen.

## § 10

### Studienberatung

(1) Die Studierenden haben die Möglichkeit, während des gesamten Studienverlaufs die Studienfachberatung aufzusuchen. Die Studienfachberatung wird für den Studiengang *Computational Science* durch ein Mitglied des *Center for Scientific Computing (CSC)* gewährleistet. Im Rahmen der Studienfachberatung erhalten die Studierenden Unterstützung insbesondere in Fragen der Studiengestaltung, der Studientechnik und der Wahl der Lehrveranstaltungen.

(2) Die fachbezogene Studienberatung wird in folgenden Fällen empfohlen:

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

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

## § 11

### **Studienverlaufsplan, Vorlesungsverzeichnis, Qualitätssicherung**

(1) Der Studienverlaufsplan (Anhang 2) gibt den Studierenden Hinweise für eine zielgerichtete Gestaltung ihres Studiums. Er berücksichtigt inhaltliche Bezüge zwischen Modulen und organisatorische Bedingungen des Studienangebots.

(2) Der Fachbereich erstellt auf der Basis der Modulbeschreibungen (Anhang 1) und des Studienverlaufsplans ein kommentiertes Modul- und Veranstaltungsverzeichnis, das spätestens in der letzten Vorlesungswoche des vorangehenden Semesters erscheint. Es enthält neben den Angaben zu den einzelnen Lehrveranstaltungen (inhaltliche Erläuterungen, Zeiten, Räume, Lehrende, Prüfungsmodi etc.) deren Zuordnung zu den einzelnen Modulen des Studiengangs und nennt gegebenenfalls die Teilnahmevoraussetzungen für Studierende anderer Studiengänge.

(3) Die Ziele sowie Aufbau, Umfang und Gliederung des Studiums werden vom Fachbereich Physik regelmäßig überprüft und den Erfordernissen angepasst, die sich aus der Weiterentwicklung der Wissenschaft und aus hochschuldidaktischen Erkenntnissen ergeben.

(4) Am Ende jedes Moduls wird eine anonyme Befragung aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer vorgenommen, in der die zugehörigen Lehrveranstaltungen gemeinsam evaluiert werden. Kriterien dafür sind insbesondere:

- Ist ein dem geforderten Vorwissen angemessenes Einstiegsniveau gewählt worden?
- Ist eine klare fachliche Strukturierung der Lehrveranstaltung für die Studierenden erkennbar?
- Ist die Darstellung der Konzepte und Methoden ausreichend konkret und zielführend, etwa durch eine geeignete Wahl von Beispielen?
- Können die Studierenden Argumentationslinien bereits während der Veranstaltungen folgen?

Die Auswertung dieser Befragung wird von einem Vertreter des CSC vorgenommen. Die Ergebnisse werden nur dem am Modul beteiligten Lehrpersonal sowie dem Prüfungsausschuss verfügbar gemacht. Die Einarbeitung gegebenenfalls nötiger Korrekturen in das Lehrkonzept obliegt dem jeweiligen Lehrpersonal in Eigenverantwortung. Die Zahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer jeder Lehrveranstaltung wird zum Beginn und zum Ende festgestellt und zusammen mit dem resultierenden Notenspektrum statistisch erfasst.

## § 12

### **Prüfungsausschuss; Prüfungsamt**

(1) Für die Organisation der Masterprüfung und die durch diese Ordnung zugewiesenen Aufgaben 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 Physik für die Prüfungsorganisation nach §§ 23 Abs.6, 51 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 und die Verteilung der Fach- und Gesamtnoten. Er gibt dem Fachbereichsrat Anregungen zur Reform dieser Ordnung.

(2) Dem Prüfungsausschuss gehören sieben Mitglieder an und zwar:

- die akademische Leiterin oder der akademische Leiter als vorsitzendes Mitglied,
- drei Mitglieder der Professorengruppe, die Lehrleistungen im Masterstudiengang *Computational Science* erbringen,

- ein wissenschaftliches Mitglied, das Lehrleistungen im Masterstudiengang *Computational Science* erbringt, sowie
- zwei Studierende des Masterstudiengangs.

Im Prüfungsausschuss sollen mindestens drei Fachbereiche durch Mitglieder der Professorengruppe oder wissenschaftliche Mitglieder vertreten sein.

(3) Die Wahl der Mitglieder des Prüfungsausschusses und deren Stellvertreterinnen oder Stellvertreter erfolgt durch den Fachbereichsrat Physik auf Vorschlag der jeweiligen Gruppe mit der Mehrheit der anwesenden Mitglieder der jeweiligen Gruppe; Abs.2 Satz 2 ist zu beachten. Näheres regelt die Wahlordnung der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Der Prüfungsausschuss wählt die stellvertretende Vorsitzende oder den stellvertretenden Vorsitzenden aus dem Kreis der ihm angehörenden Mitglieder der Professorengruppe.

(4) Die Amtszeit der Professorinnen und Professoren und des wissenschaftlichen Mitglieds des Prüfungsausschusses beträgt drei Jahre, die des studentischen Mitglieds ein Jahr. Wiederwahl der Mitglieder ist zulässig. Scheiden Mitglieder während ihrer Amtszeit aus, so wird für die verbleibende Amtszeit nachgewählt. Bei Prüfungsangelegenheiten, die ein Mitglied des Prüfungsausschusses persönlich betreffen, ruht dessen Mitgliedschaft in Bezug auf diese Angelegenheit.

(5) Die oder der 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 die oder der Vorsitzende oder die oder der stellvertretende Vorsitzende und ein weiteres Mitglied der Professorengruppe anwesend sind. Für Beschlüsse ist die Zustimmung der Mehrheit der Anwesenden erforderlich. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme der oder des 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) Der Prüfungsausschuss kann an die oder den Vorsitzenden die Durchführung und Entscheidung einzelner Aufgaben delegieren; sie oder er kann einzelne Aufgaben auf das Prüfungsamt delegieren. Für den Einspruch gegen Entscheidungen der oder des Vorsitzenden gilt § 33.

(8) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme von Prüfungen beobachtend beizuwohnen.

(9) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und deren Stellvertreterinnen oder Stellvertreter unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses schriftlich zur Verschwiegenheit zu verpflichten. Das Verpflichtungsgesetz ist zu beachten.

(10) Geschäftsstelle des Prüfungsausschusses ist das Prüfungsamt des Fachbereichs Physik. Dieses führt die laufenden Geschäfte nach Maßgabe des Prüfungsausschusses bzw. der oder des Vorsitzenden.

(11) Ablehnende Entscheidungen des Prüfungsausschusses oder seiner oder seines Vorsitzenden sind der oder dem Studierenden schriftlich mit Begründung unter Angabe der Rechtsgrundlage mitzuteilen. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

(12) 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 durch Aushang am Prüfungsamt bekannt machen.

(13) In gegenseitigem Einvernehmen aller anwesenden Mitglieder des Prüfungsausschusses kann Deutsch oder Englisch als Arbeitssprache gewählt werden.

### **§ 13**

#### **Prüfungsbefugnis; Beisitz bei mündlichen Prüfungen**

(1) Für veranstaltungsbegleitende bzw. im zeitlichen und sachlichen Zusammenhang mit einzelnen Lehrveranstaltungen durchzuführende Prüfungen (Teilprüfungen) ist die Lehrveranstaltungsleiterin oder der Lehrveranstaltungsleiter ohne besondere Bestellung durch den Prüfungsausschuss gleichzeitig Prüferin oder Prüfer. Abs.2 bleibt unberührt. Die Bestellung der Prüferinnen oder Prüfer bei Modulabschlussprüfungen nimmt der Prüfungsausschuss vor.

(2) Zur Abnahme von Modulprüfungen sind Professorinnen und Professoren, Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren, Hochschuldozentinnen und Hochschuldozenten, Honorarprofessorinnen und Honorarprofessoren, außerplanmäßige Professorinnen und außerplanmäßige Professoren, Privatdozentinnen und Privatdozenten sowie wissenschaftliche Mitglieder und Lehrbeauftragte befugt, die in den Prüfungsfächern Lehrveranstaltungen anbieten oder damit beauftragt werden könnten. Die Beteiligung wissenschaftlicher Mitglieder an Prüfungen setzt voraus, dass ihnen für das Prüfungsfach ein Lehrauftrag erteilt worden ist. Aus dem aktiven Dienst oder aus dem Dienst des Landes Hessen ausgeschiedene Professorinnen oder Professoren können, ihre Einwilligung vorausgesetzt, vom Prüfungsausschuss als Prüferin oder Prüfer bestellt werden.

(3) Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestellt die Beisitzenden für mündliche Prüfungen. Sie oder er kann die Bestellung an die Prüferin oder den Prüfer der mündlichen Prüfung übertragen. Zum Beisitzenden darf nur bestellt werden, wer Mitglied oder Angehöriger bzw. Angehöriger der Johann Wolfgang Goethe-Universität ist und mindestens den Masterabschluss besitzt oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt hat. Die Prüfungskandidatin oder der Prüfungskandidat kann einen Vorschlag für die oder den Beisitzenden machen, dem nach Möglichkeit gefolgt werden soll. Ein Rechtsanspruch besteht nicht.

(4) Für die Prüferinnen oder Prüfer und Beisitzerinnen oder Beisitzer gilt § 12 Abs.9 entsprechend.

### **Abschnitt III: Zulassung zur Masterprüfung, Masterprüfung und Prüfungsverfahren**

### **§ 14**

#### **Umfang der Masterprüfung**

Die Masterprüfung erfolgt studienbegleitend und ist bestanden, wenn insgesamt mindestens 120 CPs erworben wurden. Davon entfallen insgesamt mindestens 90 CPs auf die Modulabschlussprüfungen der Pflichtmodule *Numerical Methods I* und *II*, *Computing I* und *II*, *Specialization I*, *II* und *III* sowie *Seminar* und 30 CPs auf das Pflichtmodul *Master Thesis*. Die Verteilung der CPs auf die einzelnen Pflichtmodule ergibt sich aus Anhang 1.

## § 15

### Zulassung zur Masterprüfung

(1) Die Zulassung zur Masterprüfung ist im ersten Semester nach Aufnahme des Masterstudiums an der Johann Wolfgang Goethe-Universität gemäß Abs.2 beim Prüfungsausschuss zu beantragen. Zur Masterprüfung kann nur zugelassen werden, wer zum Zeitpunkt der Antragstellung

1. zum Masterstudiengang an der Johann Wolfgang Goethe-Universität immatrikuliert ist;
2. ihren oder seinen Prüfungsanspruch im Masterstudiengang nicht verloren hat. Dies ist der Fall, wenn die oder der Studierende bereits eine Masterprüfung in *Computational Science*, eine Diplomprüfung in *Computational Science* oder eine solche Abschlussprüfung in einem eng verwandten Studiengang an einer deutschen Hochschule oder an einer ausländischen Hochschule endgültig nicht bestanden hat oder sie oder er sich in einem entsprechenden noch nicht abgeschlossenen Prüfungsverfahren befindet. Als eng verwandte Studiengänge gelten Studiengänge, die in ihrem wesentlichen Teil mit den in dieser Ordnung geforderten Studien- und Prüfungsleistungen übereinstimmen.

(2) Der Antrag auf Zulassung zur Masterprüfung ist schriftlich an die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Dem Antrag sind beizufügen:

1. Nachweis der Immatrikulation im Masterstudiengang *Computational Science* an der Johann Wolfgang Goethe-Universität;
2. eine Erklärung darüber, dass der Prüfungsanspruch gemäß Abs.1 Nr. 2 nicht verloren wurde.

(3) Über die Zulassung entscheidet die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses. Im Zweifelsfall ist die oder der Studierende zu hören. Bei Einspruch der oder des Studierenden entscheidet der Prüfungsausschuss.

(4) Die Zulassung darf nur versagt werden, wenn die in Abs.1 genannten Voraussetzungen nicht erfüllt oder die Unterlagen nach Abs.2 unvollständig sind.

(5) Die Versagung der Zulassung ist schriftlich zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

## § 16

### 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 Prüfungsamt.

(2) Die oder der Studierende kann sich zu einer Modulprüfung nur anmelden, soweit sie oder er zur Masterprüfung zugelassen ist und die entsprechende Modulprüfung noch nicht endgültig nicht bestanden hat und, sofern dies die Modulbeschreibung (Anhang 1) vorsieht, die für das Modul erforderlichen Leistungs- und Teilnahmenachweise erbracht hat. Beurlaubte Studierende können keine Prüfungen ablegen.

(3) Die Meldung zu einer Modulprüfung gilt als endgültig, wenn sie nicht durch schriftliche Erklärung bis zum Rücktrittstermin beim Prüfungsamt zurückgezogen wird. Meldetermine und Rück-

trittstermine werden durch Aushang beim Prüfungsamt möglichst frühzeitig, spätestens aber vier Wochen vor den Prüfungsterminen, 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 die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses auf Antrag der oder des Studierenden. Wird die Anmeldung bis zum festgelegten Rücktrittstermin nicht zurückgenommen, wird die versäumte Prüfungsleistung mit der Note „mangelhaft“ (5,0) bewertet (§ 22 Abs.1).

(4) Die Termine für die Modulprüfungen werden vom Prüfungsausschuss im Einvernehmen mit den Prüferinnen und Prüfern festgelegt. Das Prüfungsamt gibt den Studierenden möglichst frühzeitig, spätestens aber vier Wochen vor den Prüfungsterminen, in einem Prüfungsplan Zeit und Ort der Prüfungen sowie die Namen der beteiligten Prüferinnen und Prüfer bekannt. Im Fall von Gruppenprüfungen (insbesondere Klausuren) erfolgt diese Information durch öffentlichen Aushang, im Fall von Einzelprüfungen individuell durch schriftliche Benachrichtigung. 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. Bei mündlichen Prüfungen kann stattdessen eine Übereinkunft zwischen den an der Prüfung Beteiligten treten, worüber das Prüfungsamt zu informieren ist.

(5) Kann der letzte mögliche Termin im vierten Fachsemester wegen kurzfristiger Erkrankung nicht wahrgenommen werden, setzt die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses innerhalb von sechs Wochen nach dem ursprünglichen Prüfungstermin einen zusätzlichen Prüfungstermin an, deren Termin und Ort der oder dem Studierenden rechtzeitig bekannt gegeben wird.

## **§ 17**

### **Modulprüfungen; Prüfungsformen**

(1) Die Modulprüfungen werden im zeitlichen und sachlichen Zusammenhang zu den Modulen durchgeführt. Die Modulprüfung besteht aus einer Abschlussprüfung, soweit sie sich nach Maßgabe der Modulbeschreibung (Anhang 1) nicht kumulativ aus mehreren Teilprüfungen zusammensetzt. Teilprüfungen sind prüfungsrelevant und modulbegleitend im Zusammenhang zu einzelnen Lehrveranstaltungen eines Moduls abzulegen. Bei einer kumulativen Modulprüfung muss jede Teilprüfung, die gemäß Modulbeschreibung erforderlich ist, für sich bestanden sein.

(2) Die Modulabschlussprüfung bezieht sich auf das gesamte Stoffgebiet des Moduls. Bei kumulativen Modulprüfungen werden in den Modulteilprüfungen die Inhalte und Methoden der jeweiligen Lehrveranstaltung des Moduls abgeprüft. Die Prüfungsinhalte ergeben sich aus den Modulbeschreibungen.

(3) Die Modulabschlussprüfungen oder Modulteilprüfungen werden durch mündliche Prüfungen (§ 18), Klausurarbeiten (§ 19), die Masterarbeit (§ 20) 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.

(4) Die Formen, in denen die einzelnen Modulprüfungen zu erbringen sind, sind in den Modulbeschreibungen (Anhang 1) festgelegt. Soweit die Modulbeschreibung eine Wahlmöglichkeit zulässt, muss die oder der Prüfende die erforderliche Festlegung treffen. Die Prüfungsform ist den Studierenden spätestens zu Beginn des Moduls bzw. im Fall von Modulteilprüfungen zu Wahlpflichtveranstaltungen zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung verbindlich mitzuteilen.

(5) Die Modulprüfungen werden in englischer Sprache abgenommen. Soweit Anhang 1 keine Festlegung enthält, können mündliche Prüfungen in gegenseitigem Einvernehmen zwischen Prüferin oder Prüfer und der oder dem Studierenden in deutscher Sprache abgenommen werden.

(6) Das Ergebnis einer schriftlichen Modulprüfung (Modulabschlussprüfung oder Modulteilprüfung) wird durch die Prüferin oder den Prüfer in einem Prüfungsprotokoll festgehalten, das sie oder er zusammen mit der Prüfungsarbeit dem Prüfungsausschuss spätestens nach vier Wochen zuleitet. In das Prüfungsprotokoll sind die Modulbezeichnung bzw. der Modulteil, die Prüfungsform, das Prüfungsdatum sowie die Prüfungsdauer aufzunehmen. Weiterhin sind solche Vorkommnisse, insbesondere Vorkommnisse nach den § 22 Abs.1, 4 und 5 aufzunehmen, welche für die Feststellung des Prüfungsergebnisses von Belang sind.

## **§ 18**

### **Mündliche Prüfungsleistungen**

(1) Mündliche Prüfungen werden von einer Prüferin oder einem Prüfer in Gegenwart einer oder eines Beisitzenden als Einzelprüfung abgehalten.

(2) Die Dauer der mündlichen Prüfung soll je Prüfling mindestens 15 Minuten und höchstens 30 Minuten betragen, soweit im Anhang 1 keine abweichende Regelung getroffen ist.

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

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

(5) Studierende des Masterstudiengangs sollen auf schriftlichen Antrag hin und nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörerinnen und Zuhörer zugelassen werden, sofern die oder der zu prüfende Studierende der Zulassung von Zuhörerinnen und Zuhörern vorab ausdrücklich zugestimmt hat. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.

## **§ 19**

### **Klausurarbeiten und Hausarbeiten**

(1) Klausurarbeiten beinhalten die 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 ein Problem erkennen und Wege zu einer Lösung finden kann. Klausuren sollen in der Regel nur den Stoff eines Semesters umfassen, wobei dieser in mehreren Lehrveranstaltungen vermittelt worden sein kann.

(2) Die Bearbeitungszeit einer Klausurarbeit soll sich am Umfang des zu prüfenden Moduls bzw., im Fall von Teilprüfungen, am Umfang der zu prüfenden Lehrveranstaltung orientieren. Sie darf 45 Minuten nicht unterschreiten, 120 Minuten nicht überschreiten. Soweit im Anhang 1 keine Regelung getroffen ist, beträgt ihre Dauer 90 Minuten.

- (3) Hausarbeiten dienen der Rekapitulierung und Vertiefung 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 individuell in Anhang 1 festgelegt. §20 Abs.12 findet mit der Maßgabe entsprechende Anwendung, dass die Hausarbeit nur in einfacher Ausfertigung einzureichen ist und diese unmittelbar bei der Prüferin oder dem Prüfer zu erfolgen hat.
- (4) Klausuren und Hausarbeiten werden von einer oder einem Prüfenden bewertet. Das Bewertungsverfahren der Klausuren und Hausarbeiten soll vier Wochen nicht überschreiten.
- (5) Klausuren und Hausarbeiten sind im Falle ihrer Wiederholung zusätzlich von einer zweiten Prüferin oder einem zweiten Prüfer zu bewerten. Bei Abweichung der Noten errechnet sich die Note der schriftlichen Prüfungsleistung aus dem Durchschnitt der beiden Noten.
- (6) Für Studierende, die eine Klausur erstmalig knapp nicht bestanden haben (Note 4,3) kann der Prüfungsausschuss im Benehmen mit der Prüferin oder dem Prüfer eine mündliche Nachholprüfung anbieten. Entsprechendes gilt für Hausarbeiten, wobei in diesem Fall auch eine Nachbesserung der Hausarbeit angeboten werden kann. Für die mündliche Prüfung gilt §18; für die Frist für die Nachbesserung der Hausarbeit gilt §26 Abs.3. Eine mündliche Nachholprüfung oder Nachbesserung gilt als erstmalige Wiederholung der Prüfung.

## **§ 20 Masterarbeit**

- (1) 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 der theoretischen Biologie, Chemie, Geowissenschaften oder Physik selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.
- (2) Die Zulassung zur Masterarbeit kann beantragen, wer bereits die Module Numerical Methods I und II, Computing I sowie Specialization I erfolgreich abgeschlossen hat.
- (3) Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses entscheidet über die Zulassung.
- (4) Die Masterarbeit kann von Professorinnen oder Professoren, Juniorprofessorinnen oder Juniorprofessoren, außerplanmäßigen Professorinnen oder Professoren, Hochschuldozentinnen oder Hochschuldozenten, Privatdozentinnen oder Privatdozenten sowie Nachwuchsgruppenleiterinnen oder Nachwuchsgruppenleitern ausgegeben und betreut werden. Die Betreuerin oder der Betreuer der Masterarbeit hat dabei sicherzustellen, dass die erforderliche finanzielle und apparative Ausstattung zur Verfügung steht.
- (5) In der Regel ist das Thema dem Fachgebiet zu entnehmen, in dem die Hausarbeit zum Modul Specialization I abgefasst wurde.
- (6) Der oder dem Studierenden ist Gelegenheit zu geben, ein Thema vorzuschlagen. Für die Studierenden besteht auch die Möglichkeit, bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses die Vergabe eines Themas für die Masterarbeit zu beantragen. Diese oder dieser sorgt innerhalb einer angemessenen Frist dafür, dass die oder der Studierende ein Thema und die erforderliche Betreuung erhält. Abs.5 ist bei der Zuweisung des Themas durch die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu berücksichtigen,

(7) Die Masterarbeit darf mit Zustimmung des Prüfungsausschusses in einer Einrichtung außerhalb der Johann Wolfgang Goethe-Universität angefertigt werden. In diesem Fall muss das Thema in Absprache mit einem Mitglied der Professorengruppe der Fachbereiche Biochemie, Chemie und Pharmazie, Geowissenschaften/Geographie, Informatik und Mathematik oder Physik gestellt werden. Die externe Betreuerin oder der externe Betreuer kann abweichend von Abs.13 als Zweitprüferin oder Zweitprüfer für die Abschlussarbeit zugelassen werden.

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

(9) Die Masterarbeit muss in Englisch abgefasst sein.

(10) Der Bearbeitungszeitraum der Masterarbeit beträgt 6 Monate. Dazu ist das Thema entsprechend einzugrenzen. Die Bearbeitungsfrist beginnt spätestens acht Wochen nach dem gegen Ende des dritten Studiensemesters von der oder dem Studierenden zu haltenden ersten Referat im Rahmen des Moduls Specialization III. Das gestellte Thema kann 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) Eine Verlängerung der Bearbeitungszeit wird bei ärztlich attestierter Prüfungsunfähigkeit auf Antrag um den Zeitraum der Prüfungsunfähigkeit eingeräumt. Der Prüfungsunfähigkeit der oder des Studierenden steht die Krankheit eines von ihr oder ihm überwiegend allein zu versorgenden Kindes gleich. Eine Verlängerung der Bearbeitungszeit aus einem anderen Grund ist nur in einer Ausnahmesituation auf Antrag möglich. Im Übrigen gilt § 22 Abs.2 und 3 entsprechend.

(12) 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. Alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder aus anderen fremden Texten entnommen wurden, sind als solche kenntlich zu machen. Sie ist mit einer Erklärung der oder des Studierenden zu versehen, dass die Masterarbeit von ihr oder ihm selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst wurde. Ferner ist zu erklären, dass die Arbeit noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung verwendet wurde.

(13) Die Masterarbeit ist von der Betreuerin oder dem Betreuer der Masterarbeit sowie einer weiteren Prüferin oder einem weiteren Prüfer (gemäß § 13) schriftlich zu begutachten und zu bewerten. Die zweite Prüferin oder der zweite Prüfer wird auf Vorschlag der oder des Studierenden von der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bestellt. Dem Vorschlag des oder der Studierenden soll nach Möglichkeit gefolgt werden. Ein Rechtsanspruch besteht nicht. Die Bewertung der Masterarbeit soll von beiden Prüfenden unverzüglich, spätestens aber acht Wochen nach Einreichung, erfolgen. Die Note der Masterarbeit ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel beider Beurteilungen gemäß § 24.

(14) Wird die Masterarbeit von nur einer oder einem der beiden Prüfenden mit der Note „knapp nicht ausreichend“ oder „mangelhaft“ (schlechter als 4,0) beurteilt, bestellt die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses eine dritte Prüferin oder einen dritten Prüfer. In diesem Fall ergibt sich die Note der Masterarbeit aus dem arithmetischen Mittel der drei Beurteilungen, sofern nicht zwei Beurteilungen auf „mangelhaft“ (5,0) lauten. In letzterem Fall ist die Note „mangelhaft“ (5,0).

## **§ 21 Nachteilsausgleich**

(1) Im Prüfungsverfahren ist auf Art und Schwere einer Behinderung Rücksicht zu nehmen. Macht eine Studierende oder ein Studierender durch ein ärztliches Attest glaubhaft, dass sie oder er wegen lang andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung nicht in der Lage ist, die Prüfungsleistung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, kann dies durch eine Verlängerung der Bearbeitungszeit oder eine andere Gestaltung des Prüfungsverfahrens ausgeglichen werden. Die fachlichen Anforderungen dürfen jedoch nicht geringer bemessen werden. Entsprechendes gilt für Studienleistungen. Auf Verlangen ist ein amtsärztliches Attest vorzulegen.

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

## **§ 22 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß**

(1) Eine Prüfungsleistung gilt als mit der Note „mangelhaft“ (5,0) bewertet, wenn die oder der Studierende einen für sie oder ihn bindenden Prüfungstermin ohne triftigen Grund versäumt oder wenn sie oder er nach Beginn der Prüfung ohne triftigen Grund zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird.

(2) Für einen Rücktritt oder ein Versäumnis geltend gemachte Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der oder des Studierenden ist ein ärztliches Attest vorzulegen; in Zweifelsfällen kann die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses ein amtsärztliches Attest verlangen. Der Krankheit der oder des Studierenden steht die Krankheit eines von ihr oder ihm überwiegend allein zu versorgenden Kindes gleich. In besonderen Fällen kann auch die Versorgung einer anderen Person, zu der die oder der Studierende verpflichtet ist, berücksichtigt werden.

(3) Der Prüfungsausschuss entscheidet darüber, ob die geltend gemachten Gründe anerkannt werden. Werden die Gründe anerkannt, so wird ein neuer Prüfungstermin anberaumt. Ablehnende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind der oder dem Studierenden unverzüglich schriftlich mitzuteilen und zu begründen. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Der oder dem Studierenden ist vor der Entscheidung Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

(4) Versucht die oder der Studierende das Ergebnis ihrer oder seiner Prüfungsleistung durch Täuschung oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, wird die Prüfungsleistung mit der Note 5,0 bewertet. Der Versuch einer Täuschung liegt auch dann vor, wenn die oder der Studierende nicht zugelassene Hilfsmittel (wie z.B. Handys) während und nach Austeilung von Klausuraufgaben bei sich führt.

(5) Studierende, die trotz einmaliger Verwarnung weiterhin den ordnungsgemäßen Ablauf einer Prüfung stören, können von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer oder von der aufsichtsführenden Person von der Prüfung ausgeschlossen werden; in diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit der Note 5,0 bewertet.

(6) Wird eine Prüfung gemäß Abs.4 oder 5 mit der Note 5,0 bewertet, kann der oder die Studierende innerhalb von zwei Wochen beim Prüfungsausschuss einen begründeten Einspruch einlegen. Die Entscheidung des Prüfungsausschusses ist dem oder der Studierenden schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

### § 23

#### **Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen**

- (1) Studienzeiten, Studienleistungen, Prüfungsleistungen und Module werden beim Wechsel an die Johann Wolfgang Goethe-Universität ohne Gleichwertigkeitsprüfung angerechnet, wenn sie an einer wissenschaftlichen Hochschule in Deutschland in dem gleichen Studiengang erbracht worden sind.
- (2) Studienzeiten, Studienleistungen, Prüfungsleistungen und Module in Studiengängen, die nicht unter Abs.1 fallen, werden angerechnet, soweit Gleichwertigkeit gegeben ist. Studienzeiten, Studienleistungen, Prüfungsleistungen und Module sind gleichwertig, wenn sie in Inhalt, Umfang und Anforderungen dem Studium nach dieser Ordnung im Wesentlichen entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorzunehmen. Bei der Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen, Prüfungsleistungen und Modulen, die außerhalb Deutschlands erbracht wurden, sind die von Kultusministerkonferenz und Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaften zu beachten. Das *ECTS* wird dabei berücksichtigt. Im Übrigen kann bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) In staatlich anerkannten Fernstudien erworbene Leistungsnachweise können, soweit sie gleichwertig sind, als Studien- oder Prüfungsleistungen anerkannt werden. Abs.2 gilt entsprechend.
- (4) Maximal ein Drittel der erforderlichen Prüfungsleistungen können von Studiengängen außerhalb der Johann Wolfgang Goethe-Universität anerkannt werden. Die Anrechnung einer Master- oder Diplomarbeit ist in der Regel nicht möglich; über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.
- (5) Über die Anrechnung nach Abs.1 bis 4 entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag der oder des Studierenden. Dem Antrag sind die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen beizufügen. Der Prüfungsausschuss kann die Entscheidung für die Anrechnung in zweifelsfreien Fällen der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses übertragen. Der Prüfungsausschuss hat die Einheitlichkeit der Entscheidungen für den Studiengang sicherzustellen.
- (6) Für anerkannte Studien- und Prüfungsleistungen oder Module sind die Noten – soweit die Notensysteme vergleichbar sind – zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird in das Zeugnis der Vermerk „bestanden“ aufgenommen. Angerechnete Leistungen werden im Zeugnis gekennzeichnet.

#### **Abschnitt IV: Bewertung der Prüfungsleistungen; Nichtbestehen und Wiederholung der Prüfungen; Bildung der Gesamtnote**

### § 24

#### **Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten, Gesamtnote**

- (1) Für die Benotung der Modulprüfungen und der Masterarbeit sind Noten entsprechend der nachstehenden Tabelle zu verwenden.

Note	Bezeichnung	Charakterisierung
1,0	Sehr gut	eine hervorragende Leistung
2,0	Gut	eine erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegende Leistung

3,0	Befriedigend	eine den durchschnittlichen Anforderungen entsprechende Leistung
4,0	Ausreichend	eine trotz Mängeln noch den Mindestanforderungen entsprechende Leistung
5,0	Mangelhaft	eine wegen erheblicher Mängel nicht den Mindestanforderungen entsprechende Leistung

Zur differenzierten Bewertung der Prüfungsleistungen können die Noten um 0,3 auf Zwischenwerte angehoben oder abgesenkt werden; die Noten 0,7, 4,7 und 5,3 sind dabei ausgeschlossen. Die Note 4,3 ist für Prüfungsleistungen vorgesehen, in denen die Mindestanforderungen nur ganz knapp verfehlt wurden.

4,3	Knapp nicht ausreichend	eine wegen begrenzter Mängel knapp nicht den Mindestanforderungen entsprechende Leistung
-----	-------------------------	--

Für knapp nicht bestandene Klausuren und Hausarbeiten gilt § 19 Abs.6. Im Fall der Masterarbeit ist die Note 4,3 für diejenigen Fälle vorgesehen, bei denen die Chance besteht, dass nach einer begrenzten Überarbeitung durch die Studierende oder den Studierenden die Mindestanforderungen erfüllt werden. Eine solche Überarbeitung gilt als Wiederholung der Prüfung.

(2) Setzt sich eine Prüfungsleistung zu einem Modul aus mehreren Teilleistungen zusammen, errechnet sich die Note des Moduls als das entsprechend der jeweiligen CP gewichtete Mittel der Noten für die Teilleistungen. Bei der Bewertung einer Prüfungsleistung durch mehrere Prüfende errechnet sich die Note aus dem arithmetischen Mittel der Noten der Prüfenden. Bei der Berechnung der Noten findet Abs.5 Anwendung.

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 von 4,1 bis einschließlich 4,3	knapp nicht ausreichend
bei einem Durchschnitt ab 4,4	mangelhaft

(4) Für die Masterprüfung wird eine Gesamtnote gebildet. Die Gesamtnote errechnet sich aus allen Modulnoten und der Note der Masterarbeit. Aus diesen Noten wird unter Berücksichtigung der zugehörigen CP das Gesamturteil als gewichtetes Mittel gemäß Abs.5 berechnet. 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

(5) Bei allen Mittelungen wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. Alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.

(6) Sowohl im Zeugnis (§ 28) als auch im Diploma Supplement (§ 30) wird die Gesamtnote der Masterprüfung zusätzlich auch in Form des relativen *ECTS*-Grades dargestellt. Anhand des prozentualen Anteils der erfolgreichen Prüfungsteilnehmerinnen und Prüfungsteilnehmer werden folgende Grade zugeordnet:

A = die Note, die die besten 10 % derjenigen, die bestanden haben, erzielen  
B = die Note, die die nächsten 25 %,   
C = die Note, die die nächsten 30 %,   
D = die Note, die die nächsten 25 %,   
E = die Note, die die nächsten 10 % erzielen.

Nicht erfolgreiche Prüfungsteilnehmer und Prüfungsteilnehmerinnen erhalten den Grad F = nicht bestanden.

Damit tragfähige Aussagen über die prozentuale Verteilung möglich werden, soll die Vergleichsgruppe aus denjenigen Prüfungsteilnehmerinnen und Prüfungsteilnehmern bestehen, die die Masterprüfung in den letzten drei Jahren bestanden haben. So lange sich entsprechende Datenbanken noch im Aufbau befinden oder falls den oben angegebenen Prozentsätzen die tatsächliche Notenverteilung entgegensteht, bestimmt der Prüfungsausschuss ein geeignetes Verfahren zur Ermittlung der relativen Gesamtnoten.

## **§ 25**

### **Bestehen von Modulprüfungen**

(1) Eine einzelne Prüfungsleistung ist bestanden, wenn sie mit der Note „ausreichend“ oder besser bewertet worden ist.

(2) Ein Modul ist bestanden, wenn die Modulabschlussprüfung oder, bei kumulativer Modulabschlussprüfung, alle nach der jeweiligen Modulbeschreibung geforderten Modulteilprüfungen bestanden sowie alle nach der jeweiligen Modulbeschreibung geforderten Studienleistungen erbracht wurden. Die Masterprüfung ist bestanden, wenn sämtliche nach dieser Ordnung zu absolvierenden Module bestanden sind.

## **§ 26**

### **Nichtbestehen und Wiederholung einzelner Prüfungen, Fristen**

(1) Modulprüfungen oder Modulteilprüfungen, die mit der Note „knapp nicht ausreichend“ oder „mangelhaft“ bewertet wurden oder nach § 22 als mit „mangelhaft“ bewertet gelten, sind nicht bestanden.

(2) Nicht bestandene Modulteilprüfungen oder Modulabschlussprüfungen können einmal wiederholt werden. Die Modulprüfungen zu zwei Modulen (nach Wahl der oder des Studierenden, ausgenommen die Masterarbeit) können ein zweites Mal wiederholt werden. Wird eine Modulprüfung nach Ausschöpfung der Wiederholungsmöglichkeiten nicht bestanden, ist die Modulabschlussprüfung endgültig nicht bestanden. Der Prüfungsausschuss entscheidet in besonders begründeten Einzelfällen auf Antrag der oder des Studierenden über eine weitere Wiederholungsmöglichkeit.

(3) Die erstmalige Wiederholung einer nicht bestandenen Modulteilprüfung oder nicht kumulativen Modulabschlussprüfung muss innerhalb von sechs Wochen nach dem erfolglosen Prüfungsversuch stattfinden. Die Frist beginnt mit der Bekanntgabe der Noten, bei der auf die Wiederholungsmöglichkeiten und -fristen hinzuweisen ist. Wird die Wiederholungsfrist versäumt, erlischt der Prüfungsanspruch, es sei denn, der oder die Studierende hat das Versäumnis nicht zu vertreten; hierüber entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag der oder des Studierenden. Bei nicht zu vertretendem Überschreiten der Wiederholungsfrist ist die Prüfung unverzüglich nach Wegfall der Gründe für die Überschreitung nachzuholen. Der Prüfungsausschuss setzt hierfür den Termin fest. Die vorgenannten Regelungen gelten auch für die unter §19 Abs.6 eingeräumte Möglichkeit der mündlichen Nach-

holprüfung bzw. Nachbesserung von Hausarbeiten sowie für die Nachbesserung von Masterarbeiten, d.h. für die Nachbesserung wird in beiden Fällen eine Frist von sechs Wochen eingeräumt. Im Fall einer zweiten Wiederholung der Modulprüfung entscheidet der Prüfungsausschuss über die Wiederholungsfrist.

(4) Bei der Wiederholung einer nicht bestandenen Modulabschlussprüfung, die sich kumulativ aus Modulteilprüfungen zusammensetzt, werden die im ersten Durchlaufen des Moduls bestandenen Modulteilprüfungen für die Wiederholung als „bestanden“ angerechnet und die erzielten Noten übernommen.

(5) Eine nicht bestandene Masterarbeit kann einmal mit neuem Thema wiederholt werden, sofern nicht von der Möglichkeit der Nachbesserung Gebrauch gemacht wurde. Die Aufgabenstellung muss spätestens vier Wochen nach Mitteilung des ersten Ergebnisses erfolgen. Abs.3 gilt entsprechend. Eine zweite Wiederholung der Masterarbeit ist ausgeschlossen. Im Übrigen findet § 20 für die Wiederholung der Masterarbeit mit der Maßgabe Anwendung, dass eine Rückgabe des Themas der Masterarbeit nur möglich ist, soweit von der Rückgabe beim ersten Versuch noch kein Gebrauch gemacht wurde.

## **§ 27**

### **Endgültiges Nichtbestehen der Masterprüfung**

(1) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn

- a) eine Modulabschlussprüfung oder, im Fall von kumulativen Modulabschlussprüfungen, eine Modulteilprüfung auch in ihrer letztmaligen Wiederholung mit „knapp nicht ausreichend“ oder „mangelhaft“ bewertet wurde oder gemäß § 22 als mit „mangelhaft“ bewertet gilt;
- b) die Masterarbeit zum zweiten Mal mit „knapp nicht ausreichend“ oder „mangelhaft“ bewertet wurde oder gemäß § 22 als mit „mangelhaft“ bewertet gilt;
- c) der Prüfungsanspruch wegen Überschreitens der Wiederholungsfristen erloschen ist;
- d) nach §5 Abs.4 festgesetzte Fristen abgelaufen oder erteilte Auflagen nicht erfüllt worden sind.

(2) Ist die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, so stellt die oder der 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 der oder dem Studierenden bekannt zu geben.

(3) Hat eine Studierende oder ein Studierender die Masterprüfung begonnen aber noch nicht abgeschlossen, so wird ihr oder ihm auf Antrag und gegen Vorlage der entsprechenden Nachweise eine Bescheinigung ausgestellt, welche die erbrachten Prüfungs- und Studienleistungen und deren Noten enthält und erkennen lässt, dass die Masterprüfung noch nicht abgeschlossen ist.

## **Abschnitt V: Prüfungszeugnis, Urkunde, Diploma Supplement**

### **§ 28**

#### **Zeugnis**

Über die bestandene Masterprüfung ist unverzüglich, spätestens aber acht Wochen nach Abschluss der Masterprüfung gemäß §14, ein Zeugnis in deutscher und englischer Sprache auszustellen. Das Zeugnis enthält eine Zusammenstellung der absolvierten Module mit den in ihnen erzielten Noten, das Thema und die Note der Masterarbeit, die Gesamtnote nach §16 Abs.4 und die Gesamtnote gemäß *ECTS* (§24 Abs.6) sowie 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 worden ist. Ist die letzte Prüfungsleistung die Masterarbeit, so ist es deren Abgabedatum.

## **§ 29 Masterurkunde**

(1) Mit dem Zeugnis erhält die Absolventin oder der Absolvent eine Masterurkunde mit dem Datum des Zeugnisses. Darin wird die Verleihung des akademischen Grades *Master of Science* (M.Sc.) beurkundet.

(2) Die Masterurkunde wird von der Dekanin oder dem Dekan des Fachbereichs Physik und der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet und mit dem Siegel der Johann Wolfgang Goethe-Universität versehen.

## **§ 30 Diploma Supplement**

Darüber hinaus stellt der Prüfungsausschuss ein Diploma-Supplement in Deutsch und Englisch aus, das Angaben über Studieninhalte, Studienverlauf und die mit dem Abschluss erworbenen akademischen und beruflichen Qualifikationen sowie die Gesamtnote gemäß *ECTS* (§24 Abs.6) enthält. Das Diploma Supplement trägt das Datum des Zeugnisses.

### **Abschnitt VI: Schlussbestimmungen**

## **§ 31 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 Master-Urkunde 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.

## **§ 32 Einsicht in die Prüfungsunterlagen**

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 Vorsitzen-

den des Prüfungsausschusses zu stellen. Die oder der Vorsitzende bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

### **§ 33**

#### **Einspruch und Widerspruch**

(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.

### **§ 34**

#### **In-Kraft-Treten**

Diese Ordnung tritt zum Wintersemester 2006/2007 in Kraft. Ihre Bekanntmachung erfolgt im Uni-Report der Johann Wolfgang Goethe-Universität.

Frankfurt am Main, den XX.XX.XXXX

Prof. Dr.  
Dekanin/Dekan des Fachbereichs Physik

**Anhänge:**

**Anhang 1: Module des Masterstudiengangs**

In den folgenden Tabellen sind die einzelnen Pflichtmodule des Masterstudiengangs und die ihnen zugeordneten Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen, deren Umfang in SWS und CP, die zeitliche Gliederung sowie die Art der Modulprüfung (kumulative Modulprüfung oder Modulabschlussprüfung) und die jeweilige Prüfungsform aufgeführt. Auf die Anrechnungsregelungen in § 23 wird hingewiesen.

(Pf = Pflichtveranstaltung, WP = Wahlpflichtveranstaltung)

<b>Modul Numerical Methods I (9 CP)</b>			<b>Pflichtmodul</b>			
<b>Inhalt, Ziel:</b> Das Modul vermittelt die elementaren Kenntnisse im Bereich der numerischen Mathematik. Durch die durchgängige Verwendung von MATLAB wird gleichzeitig der Einsatz moderner Software-Pakete im Bereich numerische Mathematik (einschließlich algebraischer Manipulationen auf dem Computer) trainiert. Die mit den Vorlesungen einhergehenden Übungen schulen gleichzeitig die Teamfähigkeit sowie die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Interaktion.						
<b>Angebotszyklus:</b> jährlich						
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> keine						
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Jede der aufgeführten Lehrveranstaltungen muss besucht werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme gemäß §7 an allen Übungen dieses Moduls (Leistungsnachweise).						
<b>Modulprüfung, Prüfungsform:</b> Modulabschlussprüfung zu dem gesamten Stoffgebiet des Moduls in Form einer 90-minütige Klausur.						
<b>Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:</b> Vorlage der Leistungsnachweise und Bestehen der Modulabschlussprüfung						
Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Introduction to MATLAB (Pf) Übungen zur Vorlesung			1			
Numerical Analysis (Pf) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 1	4			
Numerical Linear Algebra (Pf) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 1	4			
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Introduction to MATLAB					
<b>Inhalt:</b>	numbers, vectors, matrices; scripts and functions, debugging; loops and switching; strings, input and output; graphics; lists and records; sparse format; vectorizing expressions; built-in functions					
<b>Vorkenntnisse:</b>	Elementary mathematics					
<b>Studiennachweis:</b>	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Übung					
<b>Prüfung:</b>						
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Numerical Analysis					

Inhalt:	interpolation and approximation: polynoms, splines, trigonometric functions, wavelets; differentiation and integration: quadrature formulae, regularization and differentiation, Monte-Carlo methods; nonlinear equations and optimization: Newton methods, fix point method, (conjugate) gradient methods, global optimization
Vorkenntnisse:	Differentiation, integration and Taylor expansion in one and several variables
Studiennachweis:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Übung
Prüfung:	
Lehrveranstaltung:	Numerical Linear Algebra
Inhalt:	Direct methods for systems of linear equations: LU-decomposition, QR-decomposition, Cholesky decomposition. Iterative methods for systems of linear equations: one-step and multistep methods, relaxation methods, Krylow subspace methods. Eigenvalue problems. Fast Fourier transform
Vorkenntnisse:	Basic knowledge of Linear Algebra
Studiennachweis:	regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Übung
Prüfung:	

<b>Modul Numerical Methods II (16 CP)</b>			<b>Pflichtmodul</b>			
<p><b>Inhalt, Ziel:</b> Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse zur Lösung partieller Differentialgleichungen, da diese Problemstellung der am häufigsten auftretende Gleichungstyp im Bereich <i>Computational Science</i> darstellt. Dabei werden in der ersten der beiden Vorlesungen die mathematischen Grundlagen der Diskussion partieller Differentialgleichungen im Detail aufbereitet, in der zweiten eine Auswahl numerischer Lösungsstrategien diskutiert. Entsprechend werden in der ersten Veranstaltung vordringlich analytische Fähigkeiten und Präzision geschult, während in der zweiten die praktischen Kompetenzen im Umgang mit Algorithmen im Vordergrund stehen.</p>						
<b>Angebotszyklus:</b> jährlich						
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> keine						
<p><b>Prüfungsvorleistungen:</b> Jede der aufgeführten Lehrveranstaltungen muss besucht werden. Dazu ist die regelmäßige Teilnahme gemäß §7 an den zugehörigen Übungen nachzuweisen (Teilnahmenachweise).</p>						
<p><b>Modulprüfung, Prüfungsform:</b> Die Modulabschlussprüfung setzt sich aus Modulteilprüfungen zu den einzelnen Lehrveranstaltungen zusammen.</p>						
<p><b>Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:</b> Vorlage der Teilnahmenachweise und Bestehen der kumulativen Modulabschlussprüfung</p>						
Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Differential Equations (Pf)	V	4	8			
Übungen zur Vorlesung	UE	2				
Numerical Methods for Differential Equations (Pf)	V	4		8		
Übungen zur Vorlesung	UE	2				
Lehrveranstaltung:	Differential Equations					
Inhalt:	Preliminaries: separation of variables, linear equations. Linear systems: exponential of a matrix, resonance stability. Existence: fixed point iteration, continuous dependence on initial values and parameters. Nonlinear systems: equilibrium points, periodic solutions, attractors. Partial differential equations: classification, well-preparedness, solution methods					
Vorkenntnisse:	analysis of several variables, linear algebra, MATLAB programming					
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung					

Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Numerical Methods for Differential Equations
Inhalt:	ordinary differential equations: one-step methods, difference equations, multistep methods, Runge-Kutta methods, stiff problems; partial differential equations: two-point boundary value problems, Galerkin methods, finite element method, numerical solution of the heat and the wave equation
Vorkenntnisse:	analysis of several variables, basic knowledge of the theory of ordinary and partial differential equations, MATLAB programming
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung

<b>Modul Computing I (10 CP)</b>	<b>Pflichtmodul</b>
----------------------------------	---------------------

**Inhalt, Ziel:** Das Modul stellt die unverzichtbaren Kenntnisse zur praktischen Handhabung von Projekten bereit. Es vermittelt zum einen die Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur Bearbeitung größerer Softwareprojekte, wie sie im Bereich *Computational Science* die Regel sind (Software Design and Construction). Der Tatsache, dass High-Performance Computing heute in der Regel auf der Parallelisierung von Programmen zwecks Nutzung von Computerclustern beruht, wird durch das Praktikum Parallelization Rechnung getragen. Im Praktikum wird gleichzeitig die Zusammenarbeit in kleinen Teams eingeübt.

**Angebotszyklus:** jährlich

**Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:** keine

**Prüfungsvorleistungen:** Die regelmäßige Teilnahme gemäß §7 an der zu der Vorlesung „Software Design and Construction“ gehörenden Übung sowie am Praktikum „Parallelization“ ist nachzuweisen (Teilnahmenachweise).

**Modulprüfung, Prüfungsform:** Die Modulabschlussprüfung besteht aus zwei Modulteilprüfungen zu den beiden Pflichtveranstaltungen „Software Design and Construction“ und „Parallelization“.

**Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:** Vorlage der Teilnahmenachweise und Bestehen der kumulativen Modulabschlussprüfung

Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Software Design and Construction (Pf) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2	4			
Parallelization (Pf)	P	4		6		

Lehrveranstaltung: Software Design and Construction

Inhalt: software life cycle (analysis, design, construction, test, maintenance); software development processes (from waterfall to agile methods); programming paradigms (structured programming, functional decomposition, object-oriented programming, data modelling); tools (compiler/debugger, configuration management (make, CVS), design language (UML)); architecture (monolithic, component software, event driven, client-server, peer-to-peer, tree-tier model)

Vorkenntnisse: Elementary knowledge of practical computer science (in particular: basic elements of an advanced programming language)

Studiennachweis: Regelmäßige Teilnahme an Übung

Prüfung: Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung

Lehrveranstaltung: Parallelization

Inhalt: Introduction to parallel infrastructures (Linux-Cluster, message passing interface (MPI)) and parallel programming, design and implementation of selected parallel algorithms on specific infrastructures/topologies, performance analysis and scalability.

Vorkenntnisse: (1) Content of course "Parallel and Distributed Algorithms"  
(2) Background in computer programming fundamentals (This material is covered in the computer science Bachelor course "Grundlagen der Programmierung".)

Studiennachweis: Regelmäßige Teilnahme am Praktikum

Prüfung: Alle Programmieraufgaben müssen erfolgreich gelöst werden (als Modulteilprüfung)

<b>Modul Computing II (mindestens 9 CP)</b>			<b>Pflichtmodul</b>			
<b>Inhalt, Ziel:</b> Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Spezialgebieten aus dem Bereich Computer Science. Diese gewährleisten eine gewisse Breite der Ausbildung jenseits des naturwissenschaftlichen Spezialfachs und bereiten damit insbesondere auf eine berufliche Tätigkeit außerhalb der Forschung vor.						
<b>Angebotszyklus:</b> jährlich						
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> keine						
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> keine						
<b>Modulprüfung, Prüfungsform:</b> Es müssen so viele Wahlpflichtveranstaltungen aus dem unten aufgeführten Katalog erfolgreich absolviert werden, dass mindestens 9 CP erreicht werden. Die Modulabschlussprüfung besteht aus Modulteilprüfungen zu den gewählten Veranstaltungen.						
<b>Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:</b> Bestehen der kumulativen Modulabschlussprüfung						
Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Computer Architectures (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	3 1	6			
Parallel and Distributed Algorithms (WP)	V	2	3			
Visualization (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2		6		
Data Mining (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2		6		
Electronic Design Automation (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	3 1		6		
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Computer Architectures					
<b>Inhalt:</b>	modern microprocessors --instruction set architecture (ISA), programming model, instruction level parallelism (ILP), switching networks and complexity, speculative program execution, code morphing; VLIW processors and superscalar processors, virtual processors, memory hierarchy, caches, virtual memory, busses, I-O organization; classification of parallel architectures, communication and networks.					
<b>Vorkenntnisse:</b>	basic knowledge in contemporary logic design, hardware structures and sequential processing. This material is covered in the computer science bachelor course "Hardwarearchitekturen und Rechensysteme".					
<b>Studiennachweis:</b>						
<b>Prüfung:</b>	Mündliche Prüfung als Modulteilprüfung					
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Parallel and Distributed Algorithms					
<b>Inhalt:</b>	Parallel architectures (trees, meshes, hypercube architectures), distributed and shared memory, message passing and parallel random access machines, synchronization. Design of parallel algorithms (parallel linear algebra, fast Fourier Transform, searching and sorting, graph algorithms), design of distributed algorithms.					
<b>Vorkenntnisse:</b>	Basic knowledge of the design and analysis of algorithms, Programming skills and appropriate mathematical background in linear algebra, calculus, probability theory. This material is covered in the computer science course "Theoretische Informatik 1" (respectively in the Bachelor course "Algorithmentheorie").					
<b>Studiennachweis:</b>						
<b>Prüfung:</b>	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung					

Lehrveranstaltung:	Visualization
Inhalt:	principles of visualization, goals, processes, visualization variables, visualization of multidimensional data sets, volume visualization, flow visualization, information visualisation
Vorkenntnisse:	(1) Background in computer programming fundamentals (This material is covered in the Bachelor computer science course ``Grundlagen der Programmierung"). (2) Programming skills in C and/or C++ and/or Java.
Studiennachweis:	
Prüfung:	Mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Data Mining
Inhalt:	Motivation: Overview; Research Issues; Data, Information, Insights, and knowledge. The Data Aspect: Collecting data; Retrieval data; Storing data; Data quality and Data preparation. From Data to Information: Verificative information retrieval; data-driven analysis: transactional information discovery through Association Discovery and Discovery of Sequential Patterns; Machine Learning through classification, clustering, time series analysis. From Information to Insights: validating and evaluating the informational results; visualization aspects; Data Mining vs. Visual Mining, Web Mining, Text Mining, Spatial Mining. From Insights back to Data: application scenarios and real project examples
Vorkenntnisse:	Problem awareness and interest in this field; basic knowledge in the field of databases, visualization, artificial intelligence, neural nets is welcome.
Studiennachweis:	
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Electronic Design Automation
Inhalt:	The lecture gives an overview of algorithms and methods for electronic design automation: system design and integrated circuit design, design flow, design entry tools, design automation tools for functional and physical design of digital and analog circuits. Addressed tools are digital synthesis, verification, simulation, emulation, automatic test pattern generation, analog synthesis, mixed signal simulation, layout generation, floor planning, place and route, design rule check, extraction.
Vorkenntnisse:	Basic knowledge of integrated circuit design including MOS-transistors, logic gates. Basic programming skills and basic knowledge of analysis of algorithms. This material is covered in the bachelor computer science course ``Hardwarearchitekturen und Rechensysteme".
Studiennachweis:	
Prüfung:	Mündliche Prüfung als Modulteilprüfung

<b>Modul Specialization I (15 CP)</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<p><b>Inhalt, Ziel:</b> Das Modul vermittelt die theoretische Basis (Grundgleichungen, zentrale Näherungen, Modelle) in den einzelnen Fachgebieten, noch vor jeder numerischen Umsetzung. Es baut direkt auf dem jeweiligen Vorwissen der Studierenden aus ihrem vorangegangenen Bachelor-Studium auf. Die Lehrveranstaltungen haben dabei auch die Funktion, die heterogene fachspezifische Vorbildung der Studierenden anzugleichen. In der abschließenden Hausarbeit lernen die Studierenden, in einem Spezialgebiet in die Tiefe zu gehen. Die Hausarbeit bereitet damit die Basis für die Auswahl und Bearbeitung des Masterprojekts. Gleichzeitig wird die schriftliche Ausdrucksfähigkeit geschult.</p>	
<p><b>Angebotszyklus:</b> jährlich</p>	
<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> keine</p>	
<p><b>Prüfungsvorleistungen:</b> Pro Semester muss mindestens eine der angebotenen Wahlpflichtveranstaltungen besucht werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist die regelmäßige Teilnahme gemäß §7 an den Übungen zu mindestens zwei der unten aufgeführten Lehrveranstaltungen (Teilnahmenachweise).</p>	

**Modulprüfung, Prüfungsform:** Die Modulprüfung besteht aus einer Hausarbeit, die im Anschluss an das 2. Studiensemester angefertigt wird. In ihr ist zum einen ein Überblick über den Stoff einer der zuvor besuchten Lehrveranstaltungen aus diesem Modul zu geben. Darüber hinaus ist ein Kapitel aus dieser Lehrveranstaltung vertieft darzustellen. Die Auswahl der entsprechenden Lehrveranstaltung und des daraus vertieft darzustellenden Themas erfolgt am Ende des 2. Studiensemesters durch die Vorsitzende oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses entsprechend dem für die Masterarbeit vorgesehenen Gebiet. Die oder der Studierende kann zu beidem einen Vorschlag machen, dem nach Möglichkeit gefolgt werden soll. Ein Rechtsanspruch besteht nicht. Prüferin oder Prüfer der Hausarbeit ist die Veranstaltungsleiterin oder der Veranstaltungsleiter der ausgewählten Lehrveranstaltung. Der Zeitpunkt der Ausgabe und das Thema sind aktenkundig zu machen. Die Bearbeitungszeit der Hausarbeit wird von der Prüferin oder dem Prüfer festgelegt. Sie darf 5 Wochen nicht unterschreiten und 6 Wochen nicht überschreiten. Die Hausarbeit ist fristgemäß bei der Prüferin oder dem Prüfer einzureichen.

**Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:** Vorlage der Teilnahmenachweise und Bestehen der Modulabschlussprüfung

Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Hydrodynamics and Transport Theory (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2	4			
Statistical Mechanics (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2	4			
The structure of minerals and of the Earth (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2	4			
Quantum Many-Particle Problem (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2		4		
Introduction to quantum chemistry (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2		4		
The dynamics of minerals and of the Earth (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2		4		
Summary on field of specialization	Hausarbeit				7	

Lehrveranstaltung:	Hydrodynamics and Transport Theory
Inhalt:	single-particle phase space distribution functions; Boltzmann equation; free streaming; collisions; motion in an external field; self-consistent dynamics of particles and fields; molecular dynamics and correlations; continuum limit: Euler and Navier-Stokes hydrodynamics.
Vorkenntnisse:	classical mechanics
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	
Lehrveranstaltung:	Statistical Mechanics
Inhalt:	Review of thermodynamics and elementary statistical mechanics, theory of phase transitions, lattice gases, scattering functions, correlation functions, density functional theory, virial expansion, density matrix, simple Flory models, various statistical ensembles, diffusion equation, basic hydrodynamics
Vorkenntnisse:	classical mechanics, thermodynamics
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	
Lehrveranstaltung:	The structure of minerals and of the Earth

Inhalt:	1) The crystalline state: description of crystal structures (Symmetry: Point groups, space groups, Introduction to crystal structure determination, Physical properties of crystals and their description, Basic aspects of modelling static properties of crystals with atomistic models) 2) The seismic structure and physical state of the earth's interior (Radial structures of the earth from seismology, Nature of the seismic discontinuities of the earth, Introduction to seismic tomography and the 3D structure of the earth's interior, Equations of state: density and temperature distributions in the earth)
Vorkenntnisse:	basic knowledge of mineralogy, cristallography and the chemistry of crystals; basic knowledge in geophysics and thermodynamics; linear algebra; analysis; Fourier analysis
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	
Lehrveranstaltung:	Quantum Many-Particle Problem
Inhalt:	many-body Schrödinger equation; Pauli principle; Slater determinants; Hartree-Fock approximation; correlation; Green's and response functions; perturbation theory
Vorkenntnisse:	elementary quantum mechanics; concept of second quantization
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	
Lehrveranstaltung:	Introduction to Quantum Chemistry
Inhalt:	1) Potential energy hypersurfaces, localisation of equilibrium and transition structures, force field methods; 2) Basic concepts of Hartree-Fock and correlated methods; 3) Computational thermochemistry 4) Wavefunction analysis
Vorkenntnisse:	basic knowledge of chemistry and quantum mechanics
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	
Lehrveranstaltung:	The dynamics of minerals and of the Earth
Inhalt:	1) Lattice dynamics; vibrational spectroscopy; Thermodynamics from lattice dynamics; Phase transitions in minerals: order/disorder, displacive, reconstructive; Basic aspects of modelling processes in minerals with atomistic models 2) Introduction to continuum mechanics, stress, strain, strain rates; Rheology of earth material; Introduction to geophysical fluid dynamics; Mantle convection
Vorkenntnisse:	content of "The structure of minerals and of the Earth"
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	

<b>Modul Specialization II (mindestens 8 CP)</b>			<b>Pflichtmodul</b>			
<b>Inhalt, Ziel:</b> Im diesem Modul werden die zuvor erworbenen Kenntnisse für das wissenschaftliche Rechnen in den einzelnen Spezialdisziplinen konkretisiert. Die Lehrveranstaltungen schließen dabei auch die Modellbildung ein, die dem eigentlichen Rechnen vorangeht, sowie die unmittelbare Aufbereitung der relevanten Gleichungen für die numerische Lösung (etwa die Diskussion von Randbedingungen und Symmetrien, die Abschätzung des Rechenaufwands etc). Die Lehrveranstaltungen stellen damit den wissenschaftlichen Hintergrund für das Masterprojekt bereit.						
<b>Angebotszyklus:</b> jährlich						
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> keine						
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Bei allen Wahlpflichtveranstaltungen, die eine Übung vorsehen, ist die regelmäßige Teilnahme gemäß §7 an der Übung Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung (Teilnahmenachweis).						
<b>Modulprüfung, Prüfungsform:</b> Aus dem unten aufgeführten Katalog von Lehrveranstaltungen müssen so viele Veranstaltungen besucht werden, dass mindestens 8 CP erworben werden. In der Regel wird eine Veranstaltung im 2. und eine im 3. Studiensemester absolviert. Die Modulabschlussprüfung setzt sich aus Modulteilprüfungen der besuchten Lehrveranstaltungen zusammen.						
<b>Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:</b> Vorlage der Teilnahmenachweise (sofern für die gewählte Veranstaltung erforderlich) und Bestehen der kumulativen Modulabschlussprüfung						
Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Quantum Theory on the Lattice (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	3 2		6		
Computational Hydrodynamics (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	3 2		6		
Theoretical Neuroscience (WP)	V	3		5		
Nonlinear Dynamics and Complex Systems (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2		4		
Modelling of atmospheric dynamics (WP) Übungen zur Vorlesung	V P	2 2		4		
Simulation Techniques for Soft Matter Sciences (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2		4		
Molecular Dynamics Simulations (WP)	P	4		4		
Quantum Molecular Dynamics (WP)	V UE	3 2			6	
Numerical Methods in Studies of Complex Molecular Systems (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	3 2			6	
Computational Mineralogy with Atomistic Models (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2			4	

Computational Methods in Geodynamics (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2			4	
Quantum Chemistry Simulations (WP)	P	4			4	
Agent-based Modelling of Cellular Tissue (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2			4	
Molecular Spectroscopy and Molecular Properties (WP) Übungen zur Vorlesung	V UE	2 2			4	
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Quantum Theory on the Lattice					
<b>Inhalt:</b>	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					
<b>Vorkenntnisse:</b>	basic knowledge of quantum mechanics and quantization; introductory knowledge of statistical mechanics					
<b>Studiennachweis:</b>	Regelmäßige Teilnahme an Übung					
<b>Prüfung:</b>	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung					
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Computational Hydrodynamics					
<b>Inhalt:</b>	Numerical solutions of partial differential equations in one and three dimensions; continuity equations and flux corrected transport; numerical viscosity and resolution of shock fronts; solutions for Navier-Stokes flow; onset of turbulence.					
<b>Vorkenntnisse:</b>	Inhalt der Veranstaltungen Hydrodynamics and Transport Theory sowie Partial Differential Equations					
<b>Studiennachweis:</b>	Regelmäßige Teilnahme an Übung					
<b>Prüfung:</b>	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung					
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Theoretical Neuroscience					
<b>Inhalt:</b>	Elements of neurobiology; the neuron; the cerebral cortex; models for artificial ; associative memory; the Hopfield network; the perceptron; the back-propagation rule; advanced learning rules; recurrent networks; storage of temporal sequences; unsupervised learning; self-organizing maps; statistical mechanics of ; the space of interactions; the spin glass analogy; statistical mechanics of generalization; practical applications; hardware implementations.					
<b>Vorkenntnisse:</b>	analysis I+II; basic knowledge of statistical mechanics					
<b>Studiennachweis:</b>						
<b>Prüfung:</b>	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung					
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Nonlinear Dynamics and Complex Systems					
<b>Inhalt:</b>	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					
<b>Vorkenntnisse:</b>	classical mechanics, analysis, ordinary differential equations, MAPLE (basics)					
<b>Studiennachweis:</b>	Regelmäßige Teilnahme an Übung					
<b>Prüfung:</b>	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung					
<b>Lehrveranstaltung:</b>	Modelling of atmospheric dynamics					

Inhalt:	Partial differential basic equations in spherical coordinates; Approximations for large-scale atmospheric flows; Introduction of a global reversible atmospheric model based on Sigma-coordinates; Numerical integration technique; Model initialization with observed atmospheric fields and forecast; Parameterization of irreversible processes in meso-scale atmospheric models; The nonhydrostatic limited area model LM of DWD; Nesting of a meso-scale model in the coarser grid of a global model; Tropical cyclone modelling
Vorkenntnisse:	Physics: Theoretical mechanics, fluid mechanics and thermodynamics; Mathematics: Analysis and linear algebra; Computer experience: Computer language Fortran and operating system UNIX
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Quantum Molecular Dynamics
Inhalt:	Born-Oppenheimer approximation; density functional theory (Hohenberg-Kohn theorem, Kohn-Sham equations, local density approximation, generalized gradient approximation, time-dependent density functional theory); iterative diagonalization; Born-Oppenheimer versus Car-Parrinello dynamics; pseudopotentials; quantum molecular dynamics for periodic systems; supercell concept; Kleinman-Bylander transformation
Vorkenntnisse:	basic understanding of (a) classical electrodynamics (Coulomb forces); (b) quantum mechanics of many-electron systems (Schrödinger equation, Pauli principle, second quantization; Fourier representation); (c) chemical bonding
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Numerical Methods in Studies of Complex Molecular Systems
Inhalt:	Introduction to numerical methods in studies of complex molecular systems; Ab initio approaches (HF, DFT, MBPT etc); Model approaches (jellium model, pseudo-potentials, classical and quantum methods); Multipole expansions, Gaussian expansions, solutions of multi-center Schrödinger equation, irreducible representations; Global energy optimization techniques (basin hopping algorithm, cluster fusion algorithm); Numerical implementation of the jellium model: application to metal clusters simulations; Numerical implementation of the cluster fusion algorithm; Gaussian package; Calculations with Gaussian: study of potential energy surfaces of polypeptides and other bio-molecules; Molecular dynamics simulations: quantum and classical; Proteins folding simulations; Simulations of atomic clusters and nano-structures on a surface
Vorkenntnisse:	basics of quantum mechanics, linear algebra, theory of differential equations and computing
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Computational Mineralogy with Atomistic Models
Inhalt:	Fundamental aspects of models for crystals (periodic boundary conditions, Ewald summation, supercell approach); Introduction to approaches to study structure-property relations (static lattice energy calculations, quasi-harmonic approximation, lattice dynamics, molecular dynamics simulations); Study of reconstructive, displacive and order/disorder phase transitions. Limitations of the applicability of empirical models; Introduction to quantum mechanical approaches to study crystal structures and their properties (Hartree-Fock, Density Functional Theory, Quantum Monte Carlo); Introduction to approaches to study structure-property relations (static lattice energy calculations, quasi-harmonic approximation, perturbation theory, molecular dynamics simulations); Practical Density functional theory models (basis sets, pseudopotentials); Applications: Study of relative stabilities of polymorphs, investigation of phase transitions.
Vorkenntnisse:	Fundamentals of crystallography, crystal chemistry and crystal physics, contents of course 'The structure of minerals and the Earth', contents of course 'The dynamics of minerals and the Earth', proficiency with running complex software in a heterogeneous environment and with numerical, statistical and graphical data analysis.
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Computational Methods in Geodynamics
Inhalt:	Partial differential equations in geodynamics; Finite difference and finite volume methods with applications; Multigrid method; Tracer methods with applications; The finite element method

Vorkenntnisse:	FORTRAN; analysis; partial differential equations; content of Theoretical Geoscience II
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Molecular Dynamics Simulations
Inhalt:	Foundations and practical aspects of molecular dynamics simulations for biomolecules
Vorkenntnisse:	...
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Praktikum
Prüfung:	Presentation of project als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Quantum Chemistry Simulations
Inhalt:	Foundations and practical aspects of ab-initio calculations for chemical systems
Vorkenntnisse:	...
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Praktikum
Prüfung:	Presentation of project als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Agent-based modelling of cellular tissue
Inhalt:	Markov process, Monte-Carlo approach, random walk and diffusion, cellular automaton models, extended Potts models, Delaunay triangulation, Dirichlet tessellation, the biological cell as a mechanical object, cell interactions and signalling, the problem of cell adhesion, cell polarity and chemotaxis, mitosis of stem cells and lymphocytes, programmed cell death, case study: tumour growth and the immune response.
Vorkenntnisse:	The content of the courses "Numerical Analysis" and "Numerical Linear Algebra" within the Module Numerical Methods I, and of the course "Numerical Methods for Differential Equations" within the Module Numerical Methods II.
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Simulation Techniques for Soft Matter Sciences
Inhalt:	classical density functional approaches to charged systems, Poisson-Boltzman functional and beyond, Ewald Summation, P3M, MMM, Fast-multipole methods, and alternative methods for long range interactions, discussion of best methodologies for the study of polymers, colloids, membranes, dipolar fluids, Advanced MD/MC strategies, error analysis. Random walks and diffusion, Scaling theory approaches, self-consistent field theory, Flory-Huggins theory. Jarzynski's inequality and non-equilibrium MD strategies, treatment of hydrodynamics, Lattice-Boltzmann algorithm
Vorkenntnisse:	basic knowledge in classical mechanics, statistical mechanics, thermodynamics, electrodynamics, partial differential equations
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Lehrveranstaltung:	Molecular Spectroscopy and Molecular Properties
Inhalt:	1) Molecular properties and their accurate prediction, chemical and spectroscopic accuracy, systematic computational approaches that allow to achieve spectroscopic accuracy, dependence of results on choice of 1- and n-particle expansion, scaling of computational cost with system size, linear scaling approaches 2) Perturbation theory and response theory within correlated approaches, static and dynamic properties 3) Property integrals 4) Case studies
Vorkenntnisse:	basic knowledge of quantum mechanics (recommended in addition: content of "Quantum Many-Particle Problem")
Studiennachweis:	Regelmäßige Teilnahme an Übung
Prüfung:	Klausur oder mündliche Prüfung als Modulteilprüfung
Weitere Wahlpflichtveranstaltungen für dieses Modul können vom Prüfungsausschuss ausgewiesen werden.	

<b>Modul Specialization III (15 CP)</b>			<b>Pflichtmodul</b>			
<b>Inhalt, Ziel:</b> Das Modul vermittelt die grundlegenden sowie die fachspezifischen Arbeitstechniken für die wissenschaftliche Arbeit in den theoretischen Naturwissenschaften. Insbesondere sollen sich die Studierenden mit der wissenschaftlichen Veröffentlichungspraxis und der für das Projekt relevanten Spezialliteratur vertraut machen. Als zweites zentrales Konzept der wissenschaftlichen Praxis wird die Abfassung eines Projektantrags eingeübt: Auf der Basis einer Einordnung in das wissenschaftliche Umfeld soll darin die konkrete Fragestellung des Projekts im Detail charakterisiert werden (20-40 Seiten). Damit soll insbesondere auch die wissenschaftliche Ausdrucksfähigkeit geübt werden. Das Modul dient außerdem der vertieften Einarbeitung in die für das Projekt relevanten analytischen Methoden und numerischen Codes. Da dieses Kenntnisse und Fertigkeiten über die Aufnahme und Mitarbeit in einer der Arbeitsgruppen der theoretischen Naturwissenschaften vermittelt werden, ist gleichzeitig die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Interaktion ein zentrales Lernziel.						
<b>Angebotszyklus:</b> permanent						
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> Bestehen der Modulprüfung zu den Modulen Numerical Methods I und II sowie Computing I.						
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> keine						
<b>Modulprüfung, Prüfungsform:</b> Die Modulabschlussprüfung besteht aus einer schriftlichen Darstellung des Projekts. Prüferin oder Prüfer der schriftlichen Ausarbeitung ist der Leiter der Arbeitsgruppe, in der das wissenschaftliche Praktikum absolviert wird (gemäß § 13). Die Bearbeitungszeit für diese Darstellung wird von der Prüferin oder dem Prüfer festgelegt. Sie darf 3 Wochen nicht unterschreiten und 6 Wochen nicht überschreiten. Die Projektdarstellung ist fristgemäß bei der Prüferin oder dem Prüfer einzureichen.						
<b>Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:</b> Bestehen der Modulabschlussprüfung						
Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Scientific Techniques	FP	20			15	
Lehrveranstaltung:	Es kann aus dem gesamten Angebot der beteiligten Fachbereiche entsprechend dem gewählten Spezialgebiet für die Masterarbeit ausgewählt werden.					
Inhalt:	Siehe oben					
Vorkenntnisse:	Inhalt der jeweils gewählten Wahlpflichtveranstaltungen des Moduls Specialization I					
Studiennachweis:						
Prüfung:	schriftliche Darstellung des Projekts (20-40 Seiten) als Modulabschlussprüfung					

<b>Modul Seminar (8 CP)</b>			<b>Pflichtmodul</b>			
<b>Inhalt, Ziel:</b> Das Modul vermittelt die fachspezifischen Präsentationstechniken sowie die Standards der wissenschaftlichen Interaktion und erweitert gleichzeitig den wissenschaftlichen Horizont der Studierenden in dem von ihnen gewählten Fachgebiet. Dazu werden in je einem Seminar im 3. und im 4. Studiensemester ausgewählte Themen aus dem jeweiligen Spezialgebiet in 60- bis 90-minütigen Vorträgen vorgestellt und ausführlich diskutiert. Als Übung für die Studierenden dient ein Vortrag über das von ihnen geplante Projekt für die Masterarbeit im Verlaufe des 3. Studiensemesters. Dieser Vortrag umfasst auch eine ausführliche Einbettung in das Fachgebiet, unter Bezugnahme auf die vorangegangenen Seminarvorträge. In einer Präsentation der Masterarbeit selbst (gegen Ende des 4. Studiensemesters) sollen die Studierenden dann die Beherrschung der relevanten Präsentations- und Interaktionstechniken nachweisen.						
<b>Angebotszyklus:</b> halbjährlich						
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> Bestehen der Modulprüfung zu den Modulen Numerical Methods I und II sowie Computing I.						
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme gemäß §7 an mindestens je einem Seminar im 3. und 4. Studiensemester. Im Rahmen des Seminars im 3. Studiensemester hat jede Studentin oder jeder Student das für die Masterarbeit gewählte wissenschaftliche Projekt in einem Seminarvortrag vorzustellen (Leistungsnachweis).						
<b>Modulprüfung, Prüfungsform:</b> Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Präsentation der Masterarbeit gegen Ende des 4. Studiensemesters (oder unmittelbar im Anschluss daran) im Rahmen des besuchten Seminars zum Spezialgebiet.						
<b>Voraussetzung für die Vergabe der CP für das Modul:</b> Vorlage der Leistungsnachweise und Bestehen der Modulabschlussprüfung						

Lehrveranstaltung	Typ	SWS	Semester / CP			
			1	2	3	4
Seminar on Field of Specialization	S	2			4	
Seminar on Field of Specialization	S	2				4
Lehrveranstaltung:	Es kann aus dem gesamten Angebot der beteiligten Fachbereiche entsprechend dem gewählten Spezialgebiet für die Masterarbeit ausgewählt werden.					
Inhalt:	Siehe oben					
Vorkenntnisse:	Inhalt der jeweils gewählten Wahlpflichtveranstaltungen des Moduls Specialization I					
Studiennachweis:	Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an mindestens zwei Seminaren					
Prüfung:	mündliche Präsentation der Masterarbeit als Modulabschlussprüfung					

<b>Modul Master Thesis (30 CP)</b>		<b>Pflichtmodul</b>			
<b>Inhalt, Ziel:</b> 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 der theoretischen Biologie, Chemie, Geowissenschaften oder Physik 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.					
<b>Angebotszyklus:</b> permanent					
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> siehe §20					
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> keine					
<b>Modulprüfung, Prüfungsform:</b> Die Modulprüfung besteht aus der ausführlichen, schriftlichen Darstellung des Projekts und seiner Ergebnisse in Form einer Masterarbeit als Modulabschlussprüfung					
<b>Wiederholungs-sonderregelungen:</b> siehe §20					
<b>Voraussetzung für die Vergabe der Leistungspunkte des Moduls:</b> Bestehen der Modulabschlussprüfung					
Lehrveranstaltung	Typ	Semester / CP			
		1	2	3	4
Masterarbeit	Wissenschaftliche Arbeit in einer der Arbeitsgruppen der theoretischen Naturwissenschaften			30	

## Anhang 2: Studienverlaufsplan

Das Curriculum besteht aus einer fakultativen Vorbereitungsphase, die unmittelbar vor dem 1. Studiensemester angeboten wird, sowie zwei Studienabschnitten, die während des 2. Studienseesters gleitend ineinander übergehen. Es besteht auf der einen Seite aus einem methodisch orientierten Kerncurriculum, das für alle Studierenden verbindlich ist, auf der anderen Seite aus alternativen, aber gleichzeitig durchlässigen Spezialisierungs-Zügen in den beteiligten naturwissenschaftlichen Disziplinen.

### a) Vorbereitungsphase

Zur Vorbereitung auf den ersten Studienabschnitt werden den Studierenden Brückenkurse angeboten. Diese Kurse gehören nicht zum Pflicht- bzw. Wahlpflichtprogramm, da davon ausgegangen wird, dass die Studienanfängerinnen und Studienanfänger bereits über entsprechende Vorkenntnisse verfügen. Der Besuch dieser Veranstaltungen wird nichtsdestoweniger allen Studierenden empfohlen, um eine einheitliche Ausgangsbasis zu schaffen. Das gilt insbesondere für den Kurs *Practical Mathematics*, der im Wesentlichen eine Erinnerungsfunktion wahrnehmen und die praktischen Fertigkeiten bei elementaren mathematischen Manipulationen stärken soll. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Diskussion gewöhnlicher Differentialgleichungen, da erwartet wird, dass die Vorkenntnisse der Studierenden diesbezüglich am stärksten voneinander abweichen. Da alle Informatik-Lehrveranstaltungen des Curriculums auf der Programmiersprache C/C++ beruhen, wird ein entsprechender Brückenkurs für all diejenigen Studierenden angeboten, die mit anderen Programmiersprachen vertrauter sind.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Lehrveranstaltungen der Vorbereitungsphase.

Lehrveranstaltung	V	UE
C/C++	10×1	10×1
Practical Mathematics	10×2	10×2

Die Lehrveranstaltungen werden als 2-wöchige Vorsemersterkurse unmittelbar vor Beginn der Vorlesungszeit, d.h. nach der Zulassung der Studierenden, angeboten, wobei sie untereinander so abgestimmt werden, dass kein zeitlicher Überlapp zwischen ihnen entsteht.

### b) 1. Studienabschnitt

Der 1. Studienabschnitt konzentriert sich auf die Vermittlung derjenigen Methoden und Techniken des wissenschaftlichen Rechnens, die zum Kerncurriculum gerechnet werden, weil sie in verschiedenen Fachgebieten Anwendung finden. Dieser Veranstaltungsblock gliedert sich in vier Module:

Modul	Charakter	Studiensemester	Credit Points
Numerical Methods I	Pflicht	1.	9
Numerical Methods II	Pflicht	1. + 2.	16
Computing I	Pflicht	1. + 2.	10
Computing II	Pflicht	1. + 2.	mindestens 9

Ihrem fachübergreifenden Charakter entsprechend bestehen diese Module überwiegend aus Pflichtveranstaltungen. Mit fast allen Veranstaltungen gehen Übungen bzw. Praktika einher. Die Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen sowie deren Umfang sind in den unten angefügten Tabellen 1 und 2 aufgeführt.

Diese methoden-orientierten Lehrveranstaltungen werden ergänzt durch das Modul Specialization I, in dem, noch vor jeder numerischen Umsetzung, die zentralen Konzepte (Basis-Gleichungen, Näherungen, Modelle) in den einzelnen Fachgebieten vorgestellt werden.

Modul	Charakter	Studiensemester	Credit Points
Specialization I	Pflicht	1. + 2. + Hausarbeit	15

Hier sollen die Studierenden auf die jeweiligen Lehrveranstaltungen *Computational Methods in ...* des Moduls Specialization II vorbereitet werden, so dass auf dieser Ebene bereits eine Vorselektion ihrer Spezialdisziplin und damit des Gebiets für die Masterarbeit stattfindet. Die Lehrveranstaltungen des Moduls Specialization I haben zusätzlich die Funktion, die heterogene fachspezifische Vorbildung der Studierenden anzugleichen. Pflicht ist der Besuch einer Veranstaltung aus Specialization I pro Semester (für die möglichen Optionen siehe Tabelle 2). Dabei können im Prinzip auch Vorlesungen aus verschiedenen Fachrichtungen kombiniert werden. Der gleichzeitige Besuch mehrerer dieser Veranstaltungen (auf freiwilliger Basis) wird durch entsprechende zeitliche Verteilung ermöglicht.

Die Modulprüfung für das Modul Specialization I besteht aus einer 20-40-seitigen Hausarbeit, die im Anschluss an das 2. Studiensemester angefertigt wird. In ihr wird zum einen ein knapp gehaltenen Überblick über den Stoff einer der beiden zuvor besuchten Vorlesungen aus Specialization I gegeben. Darüber hinaus wird ein Kapitel aus dieser Vorlesung vertieft dargestellt bzw. thematisch erweitert. Diese Ausarbeitung dient der Systematisierung des gelernten Stoffes sowie als Übung der wissenschaftlichen Darstellungsfähigkeit, gleichzeitig aber auch zur Vorbereitung auf die Masterarbeit. Das vertieft darzustellende Thema wird daher am Ende des 2. Studiensemesters in Absprache mit dem Studierenden entsprechend dem für die Masterarbeit vorgesehenen Gebiet ausgewählt.

Insgesamt sind im 1. Studienabschnitt 59 CP zu erwerben. Der Besuch weiterer Lehrveranstaltungen mit oder ohne Erwerb von CP steht jeder oder jedem Studierenden frei.

### c) 2. Studienabschnitt

Im 2. Studienabschnitt werden die im 1. Studienabschnitt erworbenen Kenntnisse konkret für das wissenschaftliche Rechnen in den einzelnen Spezialdisziplinen nutzbar gemacht. Die Lehrveranstaltungen schließen dabei auch die Modellbildung ein, die dem eigentlichen Rechnen vorangeht, sowie die unmittelbare Aufbereitung der relevanten Gleichungen für die numerische Lösung (etwa die Diskussion von Randbedingungen und Symmetrien, die Abschätzung des Rechenaufwands etc). Der Abschnitt gliedert sich in vier Module:

Modul	Charakter	Studiensemester	Credit Points
Specialization II	Pflicht	2. + 3.	mindestens 8
Specialization III	Pflicht	3.	15
Seminar	Pflicht	3. + 4.	8
Master Thesis	Pflicht	3. + 4.	30

Aus dem Modul Specialization II sind so viele Lehrveranstaltungen zu absolvieren, dass insgesamt mindestens 8 CP erreicht werden. Diese CP werden im Regelfall durch den Besuch einer Lehrveranstaltung pro Semester erreicht. Dabei können die Themen aus dem gesamten in Tabelle 3 für dieses Modul aufgeführten Wahlpflicht-Angebot ausgewählt werden. Hier wird es sich in der Regel um Veranstaltungen in dem Fachgebiet handeln, in dem das spätere Master-Projekt angesiedelt ist. Grundsätzlich ist es an dieser Stelle aber auch möglich, Lehrveranstaltungen aus unterschiedlichen Gebieten zu kombinieren. Um eine solche Kombination auch praktisch zu ermöglichen, werden diejenigen Veranstaltungen des Moduls Specialization II, bei denen die erforderlichen Vorkenntnisse es erlauben, bereits im 2. Studiensemester angeboten.

In den 2. Studienabschnitt fällt auch die Bearbeitung eines wissenschaftlichen Projekts als Basis der Masterarbeit. Für dieses Projekt (Modul Master Thesis) ist ein Arbeitspensum von 30 CP vorgesehen. Seine Bearbeitung beginnt zu Ende des 3. Studiensemesters und füllt im Wesentlichen das 4. Studiensemester aus. Als Modulabschlussprüfung dient die ausführliche, schriftliche Darstellung des Projekts und seiner Ergebnisse in Form einer Masterarbeit.

Um den besonderen fachlichen Anforderungen der wissenschaftlichen Arbeit in den theoretischen Naturwissenschaften Rechnung zu tragen, wird der Projektbearbeitung eine Vorbereitungsphase vorangestellt (Modul Specialization III). In dieser werden die Studierenden in die grundlegenden sowie die fachspezifischen Arbeitstechniken für die wissenschaftliche Arbeit in den theoretischen Naturwissenschaften eingeführt. Insbesondere sollen sich die Studierenden mit der wissenschaftlichen Veröffentlichungspraxis und der für das Projekt relevanten Spezialliteratur vertraut machen. Als zweites zentrales Konzept der wissenschaftlichen Praxis wird die Abfassung eines Projektantrags eingeübt: Auf der Basis einer Einordnung in das wissenschaftliche Umfeld soll darin die konkrete Fragestellung des Projekts im Detail charakterisiert werden (20-40 Seiten). Das Modul dient schließlich der Einarbeitung in die für das Projekt relevanten analytischen Methoden und numerischen Codes. Zusammen mit der Abschlussarbeit zum Modul Specialization I ergibt sich so eine kontinuierliche Hinführung auf die Projektbearbeitung, so dass diese den Ansprüchen eines wissenschaftlichen Forschungsprojekts gerecht werden kann.

Das Projekt wird von einer Wissenschaftlerin oder einem Wissenschaftler aus den beteiligten Fachbereichen kontinuierlich betreut. Sein Thema wird dementsprechend in Absprache mit dieser wissenschaftlichen Betreuerin oder diesem wissenschaftlichen Betreuer am Ende des 1. Studienjahrs ausgewählt. Dabei kommen grundsätzlich auch Projektthemen in Frage, die durch Problemstellungen aus Industrie und Wirtschaft inspiriert sind.

Begleitend zur Bearbeitung des Master-Projekts besuchen alle Studierenden im 3. und 4. Studiensemester mindestens je ein Seminar, in dem unter Anleitung der jeweiligen Betreuerin oder des jeweiligen Betreuers ausgewählte Fragen ihres Spezialgebiets diskutiert werden (Modul Seminar). Im Rahmen dieses Seminars hat jede oder jeder Studierende zur Einübung von Präsentationsfähigkeiten sowie der öffentlichen wissenschaftlichen Interaktion im 3. Studiensemester einen Überblick über ihr oder sein wissenschaftliches Projekt zu geben. Dieser Vortrag schließt die Vorbereitungsphase ab und markiert den Beginn der Masterarbeit. Eine entsprechende Präsentation der Masterarbeit gegen Ende des 4. Studiensemesters (oder unmittelbar im Anschluss daran) gilt als Modulabschlussprüfung für das Modul Seminar.

Insgesamt sind im 2. Studienabschnitt mindestens 61 CP zu erwerben.

**Tabelle 1: Vorsemesterkurse**

Sem.	Lehrveranstaltung	V	UE	P	CP	Modul	Charakter
unmittelbar vor 1. Semester	MATLAB	10x1		10x1	1	Num. Meth. I	Pflicht
	Practical Mathematics	10x2	10x2				fakultativ
	C/C++	10x1		10x1			fakultativ

**Tabelle 2: 1. Studienabschnitt (Schwerpunkt Kerncurriculum)**

Sem.	Lehrveranstaltung	V	UE	P	CP	Modul	Charakter
1	Numerical Analysis	2	1		4	Num. Meth. I	Pflicht
	Numerical Linear Algebra	2	1		4		Pflicht
	Partial Differential Equations	4	2		8	Num. Meth. II	Pflicht
	Software Design and Construction	2	2		4	Computing I	Pflicht
	Computer Architecture	3	1		6	Computing II	Wahlpflicht (siehe 2.Sem.)
	Parallel and Distributed Algorithms	2			3		
	Hydrodynamics and Transport Theory	2	2		4	Specialization I	Wahlpflicht (mind. 4 CP)
	Statistical Mechanics	2	2		4		
	The Structure of Minerals and of the Earth	2	2		4		
2	Numerical Methods for Differential Equations	4	2		8	Num. Meth. II	Pflicht
	Parallelization			4	6	Computing I	Pflicht
	Visualization	2	2		6	Computing II	Wahlpflicht (zusammen mit 1.Sem. insge- samt mind. 9 CP)
	Data Mining	2	2		6		
	Electronic Design Automation	3	1		6		
	Quantum Many-Particle Problem	2	2		4	Specialization I	Wahlpflicht (mind. 4 CP)
	Introduction to Quantum Chemistry	2	2		4		
	The Dynamics of Minerals and of the Earth	2	2		4		
2-3	Summary on Field of Specialization	Homework			7	Specialization I	Pflicht
<b>Summe der CP im 1.Studienabschnitt (einschließlich Pflicht- Vorsemerkurs MATLAB, siehe Tabelle 1)</b>					<b>59</b>		

**Tabelle 3: 2. Studienabschnitt (Spezialisierung)**

Sem.	Lehrveranstaltung	V	UE	P	CP	Modul	Charakter
2	Quantum Theory on the Lattice	3	2		6	Specialization II	Wahlpflicht (mind. 8 CP)
	Computational Hydrodynamics	3	2		6		
	Nonlinear Dynamics and Complex Systems	2	2		4		
	Theoretical Neuroscience	3			5		
	Modelling of Atmospheric Dynamics	2		2	4		
	Molecular Dynamics Simulations			4	4		
3	Numerical Methods in Studies of Complex Molecular Systems	3	2		6		
	Quantum Molecular Dynamics	3	2		6		
	Computational Mineralogy with Atomistic Models	2	2		4		
	Computational Methods in Geodynamics	2	2		4		
	Quantum Chemistry Simulations			4	4		
	Molecular Spectroscopy and Molecular Properties	2	2		4		
	Simulation Techniques for Soft Matter Sciences	2	2		4		
	Agent-based Modelling of Cellular Tissue	2	2		4		
	Scientific Techniques (study of relevant literature, formulation of project, acquirement of familiarity with relevant analytical methods and numerical codes)	FP20			15	Specialization III	Pflicht
Seminar on Field of Specialization	S2			4	Seminar	Pflicht	
4	Seminar on Field of Specialization	S2			4		
3-4	Master Thesis Project (including write-up)				30	Master Thesis	Pflicht
<b>Summe der CP im 2. Studienabschnitt</b>					<b>61</b>		

### Anhang 3: Exemplarischer Studienverlauf (Spezialisierung Geowissenschaften/Mineralogie)

Sem.	Lehrveranstaltung	V	UE	P	CP	Modul
1	MATLAB (Vorsemerkurs)	1	1		1	Num. Meth. I
	Numerical Analysis	2	1		4	
	Numerical Linear Algebra	2	1		4	
	Partial Differential Equations	4	2		8	Num. Meth. II
	Software Design and Construction	2	2		4	Computing I
	Parallel and Distributed Algorithms	2			3	Computing II
	The Structure of Minerals and of the Earth	2	2		4	Specialization I
Insgesamt (mit Vorsemerkurs)		15	9		28	

Sem.	Lehrveranstaltung	V	UE	P	CP	Modul
2	Numerical Methods for Differential Equations	4	2		8	Num. Meth. II
	Parallelization			4	6	Computing I
	Visualization	2	2		6	Computing II
	The Dynamics of Minerals and of the Earth	2	2		4	Specialization I
	Summary on <i>The Structure of Minerals</i> , Part 1	Homework			4	Specialization I
	Molecular Dynamics Simulations			4	4	Specialization II
Insgesamt		10	8	8	32	

Sem.	Lehrveranstaltung	V	UE	S	CP	Modul
3	Summary on <i>The Structure of Minerals</i> , Part 2	Homework			3	Specialization I
	Computational Mineralogy with Atomistic Models	2	2		4	Specialization II
	Scientific Techniques (in Institute for Mineralogy)	FP20			15	Specialization III
	Crystallographic and Petrological Seminar 1			2	4	Seminar
	Master Thesis Project, Part 1				4	Master Thesis
Insgesamt					30	

Sem.	Lehrveranstaltung	V	UE	S	CP	Modul
4	Crystallographic and Petrological Seminar 2			2	4	Seminar
	Master Thesis Project, Part 2				26	Master Thesis
Insgesamt					30	

## Anhang 4: Diploma Supplement

Fachbereich Physik

### Diploma Supplement

**This Diploma Supplement model was developed by the European Commission, Council of Europe and UNESCO/CEPES. The purpose of the supplement is to provide sufficient independent data to improve the international 'transparency' and fair academic and professional recognition of qualifications (diplomas, degrees, certificates etc.). It is designed to provide a description of the nature, level, context, content and status of the studies that were pursued and successfully completed by the individual named on the original qualification to which this supplement is appended. It should be free from any value judgements, equivalence statements or suggestions about recognition. Information in all eight sections should be provided. Where information is not provided, an explanation should give the reason why.**

(1) Holder of the qualification. Angaben zur Person

- 1.1 Family Name / First Name. Name, Vorname:
- 1.2 Date, Place, Country of Birth. Geburtsdatum, -ort, -land:
- 1.4 Student ID Number or Code. Matrikel-Nr.:

(2) Qualification. Bezeichnung der Qualifikation und der verleihenden Institution

- 2.1 Name of Qualification. Bezeichnung der Qualifikation: *Master of Science (M.Sc.) / Computational Science*
- 2.2 Main Fields of Study. Studienfach/-fächer: *[Biology, Chemistry, Geoscience, Physics], Mathematics, Computer Science*
- 2.3 Institution Awarding the Qualification. Name der verleihenden Institution: *Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Department of Physics*  
Status. Status: *University, public*
- 2.4 Language of Instructions/Examination. Unterrichtssprache: *English*

(3) Level of the Qualification. Angaben zum Niveau der Qualifikation

- 3.1 Level. Niveau der Qualifikation: *second qualifying degree*
- 3.2 Official Length of Program. Dauer des Studienprogramms (Regelstudienzeit): *2 years*
- 3.3 Access Requirements. Zulassungsvoraussetzung: *Bachelor of Science in Biology, Chemistry, Geoscience, Physics, Mathematics or Computer Science with a grade of or better than "good"*

(4) Contents and Results Gained. Angaben zu Studieninhalten und Studienerfolg

- 4.1 Mode of Study. Form des Studiums: *[Full,Part] time study*

#### 4.2 Program Requirements. Studieninhalte:

The program provides the qualification for massively computer-based research and development. It imparts the basic knowledge for work in all areas in which complex mathematical models are used for the simulation of real structures or dynamics within the natural sciences, engineering, economy or society. This is achieved by a combination of courses in mathematics and computer science, which provide the skills for the practical numerical treatment of complex models, with selected courses in theoretical Biology, Chemistry, Geoscience or Physics, in which, on the background of a specific field chosen by the student, the key features of modelling and the pertinent concepts of the field are taught. The methodological training in particular comprises the handling of large software projects and the essentials of high-performance computing. The scientific training deepens the expertise of the students acquired in their Bachelor studies within a theoretical framework. The resulting knowledge depends on the area of specialization and is specified in detail in section 4.3.

The program also provides the skills required for productive interaction in a scientific or non-scientific environment. In particular, the students learn how to present and explain complicated ideas (e.g. mathematical structures) and how to discuss intricate scientific questions, in front of both small and large audiences. They acquire proficiency in utilizing the scientific literature and the internet for information retrieval and publication. The students demonstrate their ability for responsible work by successfully mastering a scientific project. This project includes the formulation of a project application specifying the required resources, the exploration of the most suitable mathematical framework, the coding of this model, its numerical simulation on a high-performance computer and a final write-up in form of a thesis.

#### 4.3 Program Details. Angaben zum Studium (*individuell*)

##### **Verweis auf Transcript of Records, wird als Anlage beigefügt**

*Transcript of Records enthält Angaben zu*

*-Modul (Inhalt, Umfang, Qualifikationsziel)*

*-Note*

*(Zur ausführlichen Beschreibung s. Modulbeschreibung im Internet unter...)*

#### 4.4 Grading Scheme. Beschreibung der Notenskala

Note / Grade		Anzahl Absolventen in Prozent* / Percentage of graduates*
1,0 - 1,5	very good – sehr gut	
1,6 - 2,5	good – gut	
2,6 - 3,5	satisfactory – befriedigend	
3,6 - 4,0	sufficient – ausreichend	

\* The comparison group for the determination of both the percentage distribution of the graduates and their relative ECTS grades consists of the graduates of the last three years before graduation. Maßgeblicher Berücksichtigungszeitraum für die Bestimmung der prozentualen Verteilung der Absolventen sowie ihrer ECTS-Note sind die dem Ausstellungszeitpunkt vorangegangenen drei Studienjahre.

#### ECTS-Grading Scheme. ECTS-Notenskala

ECTS-Grad / ECTS-Grade	Anzahl Absolventen in Prozent* / Percentage of graduates*
A	10 %
B	25 %
C	30 %

D	25 %
E	10 %

4.5 Overall Classification, Gesamtnote:  
*Grade, ECTS-Grade*

(5) Function of the Qualification. Funktion der Qualifikation

5.1 Access to Further Study. Zugang zu weiterführenden Studien:  
*PhD / Biology, Chemistry, Geoscience, Physics*

5.2 Professional Status. Offizieller Status der Absolventen

*This degree entitles its holder to the legally protectet professional title of a „Master of Science” (M.Sc.) and to exercise professional work in the field for which the degree was awarded (Computational Science, theoretical Biology, Chemistry, Geoscience or Physics)*

(6) Additional Information. Zusätzliche Informationen

6.1 Additional Information. Zusätzliche Leistungen: *s. Anhang (vom Studierenden selbst beizufügen)*

6.2 Further Information Sources. Informationsmöglichkeiten:

On the Institution <http://www.physik.uni-frankfurt.de>, <http://www.uni-frankfurt.de/studium/ssc>

On the Program <http://...>

(7) Certification. Unterzeichnung des Diploma Supplement

This Diploma Supplement refers to the following documents: Master Diploma and Certificate of Examination. Dieses Diploma Supplement beruht auf den folgenden Dokumenten: Master-Urkunde und Master-Zeugnis

7.1 Frankfurt am Main,

(Siegel)

(8) Information...

(Text HRK/KMK)

## Anhang zum Diploma Supplement

Transcript of Records

Family Name

First Name

Date, Place, Country of Birth

Student ID Number

<b>Module</b>	<b>CP</b>	<b>Grade</b>
<i>Pflichtmodule</i>		
<i>Bezeichnung, kurze Beschreibung</i>		
..		
<i>Wahlpflichtmodule</i>		
<i>Bezeichnung, kurze Beschreibung</i>		