

Mitteilungen

ISSN 2943-0356

Amtsblatt der Freien Universität Berlin

21/2025, 6. November 2025

INHALTSÜBERSICHT

Studien- und Prüfungsordnung für den gemeinsamen
Masterstudiengang Computational Sciences des
Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie, des
Fachbereichs Geowissenschaften, des Fachbereichs
Mathematik und Informatik und des Fachbereichs Physik
der Freien Universität Berlin

391

**Studien- und Prüfungsordnung für den
gemeinsamen Masterstudiengang Computational
Sciences des Fachbereichs Biologie, Chemie,
Pharmazie, des Fachbereichs Geowissenschaften,
des Fachbereichs Mathematik und Informatik
und des Fachbereichs Physik der Freien
Universität Berlin**

Präambel

Aufgrund von § 17 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 Grundordnung der Freien Universität Berlin vom 10. Juli 2024 (FU-Mitteilungen Nr. 8/2025, S. 146) i. V. m. § 74 des Gesetzes über die Hochschulen im Land Berlin (Berliner Hochschulgesetzes - BerlHG) in der Fassung vom 26. Juli 2011 (GVBl. S. 378), zuletzt geändert am 10. Juli 2025 (GVBl. S. 270, 283), hat die Gemeinsame Kommission für den gemeinsamen Masterstudiengang Computational Sciences des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie, des Fachbereichs Geowissenschaften, des Fachbereichs Mathematik und Informatik und des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin am 13. Juli 2025 die folgende Studien- und Prüfungsordnung für den gemeinsamen Masterstudiengang Computational Sciences des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie, des Fachbereichs Geowissenschaften, des Fachbereichs Mathematik und Informatik und des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin erlassen:¹

Inhaltsverzeichnis

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Qualifikationsziele
- § 3 Studieninhalte
- § 4 Studienberatung und Studienfachberatung
- § 5 Prüfungsausschuss
- § 6 Regelstudienzeit
- § 7 Aufbau und Gliederung; Umfang der Leistungen
- § 8 Lehr- und Lernformen
- § 9 Masterarbeit
- § 10 Wiederholung von Prüfungsleistungen
- § 11 Elektronische Prüfungsleistungen
- § 12 Antwort-Wahl-Verfahren
- § 13 Auslandsstudium
- § 14 Studienabschluss
- § 14 Inkrafttreten und Übergangsbestimmungen

Anlagen

Anlage 1: Modulbeschreibungen

Anlage 2: Exemplarischer Studienverlaufsplan

Anlage 3: Zeugnis (Muster)

Anlage 4: Urkunde (Muster)

§ 1 Geltungsbereich

Diese Ordnung regelt Ziele, Inhalt und Aufbau des gemeinsamen Masterstudiengangs Computational Sciences des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie, des Fachbereichs Geowissenschaften, des Fachbereichs Mathematik und Informatik und des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin (Masterstudiengang) und in Ergänzung zur Rahmenstudien- und -prüfungsordnung der Freien Universität Berlin (RSPO) Anforderungen und Verfahren für die Erbringung von Studien- und Prüfungsleistungen (Leistungen) im Masterstudiengang.

§ 2 Qualifikationsziele

(1) Die Absolvent*innen des Masterstudiengangs verfügen über ein breites Spektrum von Begriffen, Strukturen, Techniken und Verfahren der modernen computergestützten Naturwissenschaften. Sie kennen exemplarisch den Stand der Forschung in modernen computergestützten Naturwissenschaften und haben die Fähigkeit, komplexe anwendungswissenschaftliche Sachverhalte in selbstständiger wissenschaftlicher Arbeit mathematisch zu formalisieren. Sie können resultierende mathematischen Problemstellungen strukturieren und für die computergestützte Lösung aufbereiten sowie auch auf Grundlage unvollständiger Informationen unterschiedliche Lösungsansätze beurteilen und unter Einbezug strategischer Aspekte Lösungsentwürfe konzipieren, auswählen und implementieren. Durch die Kenntnis unterschiedlicher Verfahren sind sie in der Lage, neue Verfahren zu entwickeln und existierende Verfahren zu adaptieren und können ihre gewonnenen Erkenntnisse in Vorträgen oder Texten vermitteln. Die Absolvent*innen kennen die Grundsätze und allgemeine Prinzipien wissenschaftlichen Arbeitens sowie guter wissenschaftlicher Praxis und können diese bei wissenschaftlichen Tätigkeiten berücksichtigen. Sie verfügen über Fertigkeiten in wissenschaftlicher Recherche, im Lesen und Verfassen englischsprachiger, wissenschaftlicher Texte, in Vortragstechnik und Präsentation. Sie können ihr Wissen auf neue Fragestellungen übertragen und sind zur internationalen und interdisziplinären Zusammenarbeit fähig.

(2) Die Absolvent*innen können sich selbstständig mit Fragestellungen des Faches auseinandersetzen, diese in einem festgelegten Zeitraum erfolgreich planen, strukturieren und abschließen. Neben der Fähigkeit zur praxisbezogenen Umsetzung von Fachwissen verfügen sie über Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit und sind zum verantwortlichen Handeln sowie zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten befähigt. Sie besitzen soziale Kompetenzen unter ande-

¹ Diese Ordnung ist vom Präsidium der Freien Universität Berlin am 13. Oktober 2025 bestätigt worden.

rem. in den Bereichen Interkulturalität sowie Gender und Diversity. Darüber hinaus sind Sie in der Lage, bereichsspezifische und -übergreifende Diskussionen mit unterschiedlichen Gruppen zu führen. Sie können ihre Fähigkeiten konstruktiv einbringen, Teams im Rahmen komplexer Aufgabenstellungen verantwortlich leiten und ihre Arbeitsergebnisse kritisch reflektieren und vertreten.

(3) Die Absolvent*innen sind zur Aufnahme einer beruflichen Tätigkeit oder für ein Promotionsstudium qualifiziert. Durch ihre generelle Fähigkeit, in komplexen Problemen abstrakte Zusammenhänge zu erkennen und zur Lösung anwendungswissenschaftliche und mathematische Begriffe und Strukturen zusammenzuführen und zur Problemlösung zu nutzen, sind die Absolvent*innen nicht auf ein festes Berufsbild eingeschränkt. In Abhängigkeit des gewählten Spezialisierungsbereiches finden sich mögliche Beschäftigungen in Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Behörden, Verbänden, Organisationen, Entwicklungsagenturen, Beratungsunternehmen, Versicherungen, Banken, sowie der Industrie. Berufs- und Tätigkeitsfelder finden sich insbesondere in Bereichen der Entwicklung und dem Einsatz wissenschaftlicher Software für Modellierung, Optimierung, Simulation und Datenanalyse mit Anwendungen in Meteorologie, Weltraumwissenschaft und Erdfernerkundung, in der Verfahrens- und Medizintechnik, Nanotechnologie, Pharmazie und der Risikomodellierung.

§ 3 Studieninhalte

(1) Der Masterstudiengang vermittelt grundlegende und aufbauende Begriffe, Strukturen, Methoden und Verfahren in einem breiten Spektrum struktur- und anwendungswissenschaftlicher Wissensgebiete in Verbindung mit ergänzenden Lehrangeboten. Das Studium gewährleistet Spezialisierungsmöglichkeiten und fördert die Entwicklung von selbstständigem wissenschaftlichem Denken mit besonderem Gewicht auf computergestützter Wissensgewinnung. Es werden die Grundsätze wissenschaftlichen Arbeitens und guter wissenschaftlicher Praxis vermittelt und angewendet.

(2) Die Aneignung und Vertiefung von Fachkompetenz in der Kombination mathematisch-informatischer und anwendungswissenschaftlicher Expertise erfolgt im Masterstudiengang durch selbstständige Arbeit wie auch die Arbeit in Gruppen an fachbezogenen, forschungsnahen, sowie anwendungsorientierten Fragestellungen. Dabei planen die Studierenden Arbeitsprojekte zielorientiert, führen diese unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen in einem festgelegten Zeitfenster durch und schließen diese erfolgreich ab. Es ist erforderlich, sich Wissen auch selbst zu erschließen, Ergebnisse klar zu dokumentieren, zielgruppenorientiert zu präsentieren und kritisch zu beurteilen. Im Studium wenden sie ihre Fähigkeiten und Kenntnisse eigenverantwortlich in internationalen und interkulturellen Gruppen unter Berücksichtigung von Gender- und Diversityaspekten an. In Übungskontexten fördern sie

damit auch die fachliche Entwicklung anderer. Studierende wählen entsprechend ihrer Interessenlage gezielt thematisch aus, um ihr eigenes Profil zu entwickeln.

§ 4 Studienberatung und Studienfachberatung

(1) Die allgemeine Studienberatung wird von der Zentraleinrichtung Studienberatung und Psychologische Beratung der Freien Universität Berlin durchgeführt.

(2) Die Studienfachberatung wird durch die Hochschullehrer*innen, die Lehrveranstaltungen im Masterstudiengang anbieten, zu den regelmäßigen Sprechstunden durchgeführt. Zusätzlich steht mindestens ein*e studentische*r Beschäftigte*r beratend zur Verfügung.

(3) Ein Beratungsgespräch mit einem Mitglied des Prüfungsausschusses oder der Studiengangskoordination innerhalb der ersten zwei Wochen des 1. Fachsemesters wird dringend empfohlen. Die individuelle Studiengangsplanung, insbesondere die Planung des Synchronisierungsbereichs, des Bereichs Scientific Computing und die Ausrichtung des Spezialisierungsbereichs sollen beraten werden. Dazu werden ausreichend Termine angeboten und in geeigneter Form rechtzeitig bekannt gegeben.

(4) Es wird insbesondere Studierenden, die die Studienziele des bisherigen Studiums zu weniger als einem Drittel der zu erbringenden Leistungspunkte erreicht haben, spätestens nach Ablauf der Hälfte der Regelstudienzeit die Teilnahme an Studienfachberatungen zur Förderung eines erfolgreichen weiteren Studienverlaufs angeboten.

§ 5 Prüfungsausschuss

Zuständig für die Organisation der Prüfungen und die übrigen in der RSPO genannten Aufgaben ist der von der Gemeinsamen Kommission für den gemeinsamen Masterstudiengang Computational Sciences des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie, des Fachbereichs Geowissenschaften, des Fachbereichs Mathematik und Informatik und des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin für den Masterstudiengang eingesetzte Prüfungsausschuss.

§ 6 Regelstudienzeit

Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester.

§ 7 Aufbau und Gliederung; Umfang der Leistungen

(1) Im Masterstudiengang sind insgesamt Leistungen im Umfang von 120 Leistungspunkten (LP) nachzuweisen. Der Masterstudiengang gliedert sich in:

1. Synchronisierungsbereich im Umfang von 30 LP,
2. Bereich Scientific Computing im Umfang von 30 LP,
3. Spezialisierungsbereich im Umfang von 30 LP und
4. die Masterarbeit mit begleitendem Kolloquium im Umfang von 30 LP.

(2) Der Synchronisierungsbereich im Umfang von 30 LP dient der jeweilig fachlichen Ergänzung der Kompetenzprofile der Studierenden mit unterschiedlichem Zugang. Der Synchronisierungsbereich enthält folgende fachliche Angebote:

a) Chemie

- Modul: Molekülspektroskopie (5 LP)
- Modul: Theoretische Chemie (5 LP)
- Modul: Quantenmechanische Beschreibung von Atomen und chemischer Bindung (10 LP)

Für die Module „Molekülspektroskopie“ (5 LP) und „Theoretische Chemie“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Chemie des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie der Freien Universität Berlin verwiesen.

b) Geologische Wissenschaften

- Modul: Geological foundations (6 LP)
- Modul: Introduction to planetary sciences and planet formation (9 LP)

Für die Module „Geological foundations“ (6 LP) und „Introduction to planetary sciences and planet formation“ (9 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Planetary Sciences and Space Exploration des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

c) Geographische Wissenschaften

- Modul: Einführung in die Klima- und Hydrogeographie (5 LP)
- Modul: Fernerkundung und Geomatik für Fortgeschrittene (10 LP)
- Modul: Principles of GIS and remote sensing (6 LP)

Für das Modul „Einführung in die Klima- und Hydrogeographie“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Geographische Wissenschaften des Fachbereichs Geologische Wissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen. Für das Modul „Fernerkundung und Geomatik für Fortgeschrittene“ (10 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Geographische Umweltforschung des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen. Für das Modul „Principles of GIS and remote sensing“ (6 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Planetary Sciences and Space Exploration des

Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

d) Informatik

- Modul: Complex Algorithms A (15 LP),
- Modul: Computer Science and Data Structures A (15 LP),
- Modul: Computer Science and Fundamentals of Programming A (15 LP).

e) Mathematik

- Modul: Introduction to Numerical Mathematics A (15 LP),
- Modul: Numerics of ODEs and numerical linear algebra A (15 LP),
- Modul: Numerics of partial differential equations A (15 LP),
- Modul: Synchronisierung Mathematik (15 LP).

f) Meteorologie

- Modul: Dynamik der Atmosphäre 1 (8 LP),
- Modul: Dynamik der Atmosphäre 2 (8 LP),
- Modul: Synoptische Meteorologie (7 LP).

Für diese Module wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Meteorologie des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

g) Physik

- Modul: Computational Statistical Physics I A (15 LP),
- Modul: Computational Statistical Physics II A (15 LP),
- Modul: Einführung in die Quantenmechanik (10 LP).

Im Synchronisierungsbereich ist das Modul „Computational Sciences“ (15 LP) verpflichtend zu absolvieren. Zudem sind Module im Umfang von insgesamt 15 LP entsprechend der jeweiligen Vorkenntnisse wie folgt zu absolvieren:

1. Studierende mit einem Abschluss in einem Bachelorstudiengang Chemie, Geographische Wissenschaften oder Geologische Wissenschaften mit der Modulsequenz Naturwissenschaftliches Grundwissen mit chemisch-biologischer Betonung absolvieren folgendes Modul:
 - Modul: Synchronisierung Mathematik (15 LP).
2. Studierende mit einem Abschluss in einem Bachelorstudiengang Mathematik, Informatik oder Ingenieurwissenschaften müssen Module im Gesamtumfang von 15 LP aus den folgenden fachlichen Angeboten, die oben in Satz 2 konkretisiert werden, wählen und absolvieren:

- Chemie
- Geographische Wissenschaften
- Geologische Wissenschaften
- Meteorologie
- Physik

3. Studierende mit einem Abschluss in einem Bachelorstudiengang Physik müssen Module im Gesamtumfang von 15 LP aus den folgenden fachlichen Angeboten, die oben in Satz 2 konkretisiert werden, wählen und absolvieren:

- Geographische Wissenschaften
- Geologische Wissenschaften
- Informatik
- Mathematik
- Meteorologie

4. Studierende mit einem Abschluss in einem Bachelorstudiengang Meteorologie müssen Module im Gesamtumfang von 15 LP aus den folgenden fachlichen Angeboten, die oben in Satz 2 konkretisiert werden, wählen und absolvieren:

- Chemie
- Geographische Wissenschaften
- Geologische Wissenschaften
- Informatik
- Mathematik
- Physik

5. Studierende mit einem Abschluss in einem Bachelorstudiengang Geologische Wissenschaften mit der Modulsequenz Naturwissenschaftliches Grundwissen mit mathematisch-physikalischer Betonung müssen Module im Gesamtumfang von 15 LP aus den folgenden fachlichen Angeboten, die oben in Satz 2 konkretisiert werden, wählen und absolvieren:

- Chemie,
- Informatik
- Mathematik
- Meteorologie
- Physik.

(3) Im Bereich Scientific Computing sind zwei thematisch verschiedene Module im Umfang von insgesamt 30 LP zu wählen und zu absolvieren, wobei eines der Module aus dem Angebot A und eines der Module aus dem Angebot B stammen muss. Ein thematisch gleiches Modul, das bereits im Synchronisierungsbereich in der A-Variante absolviert wurde, kann nicht im Bereich Scientific Computing in der B-Variante absolviert werden.

1. Angebot A

a) In der Informatik werden folgende Module angeboten:

- Modul: Complex Algorithms A (15 LP),
- Modul: Computer Science and Data Structures A (15 LP),
- Modul: Computer Science and Fundamentals of Programming A (15 LP),
- Modul: Fundamentals of Machine Learning A (15 LP).

b) In der Numerik werden folgende Module angeboten:

- Modul: Introduction to Numerical Mathematics A (15 LP),
- Modul: Numerics of ODEs and numerical linear algebra A (15 LP),
- Modul: Numerics of partial differential equations A (15 LP),
- Modul: Discrete Mathematics I A (15 LP),
- Modul: Discrete Mathematics II A (15 LP).

c) In der Statistik werden folgende Module angeboten:

- Modul: Computational Statistical Physics I A (15 LP),
- Modul: Computational Statistical Physics II A (15 LP),
- Modul: Probability Theory I A, (15 LP)
- Modul: Probability Theory II A (15 LP).

2. Angebot B

a) In der Informatik werden folgende Module angeboten:

- Modul: Complex Algorithms B (15 LP),
- Modul: Computer Science and Data Structures B (15 LP),
- Modul: Computer Science and Fundamentals of Programming B (15 LP),
- Modul: Fundamentals of Machine Learning B (15 LP).

b) In der Numerik werden folgende Module angeboten:

- Modul: Introduction to Numerical Mathematics B (15 LP),
- Modul: Numerics of ODEs and numerical linear algebra B (15 LP),
- Modul: Numerics of partial differential equations B (15 LP),
- Modul: Discrete Mathematics I B (15 LP),

- Modul: Discrete Mathematics II B (15 LP).

c) In der Statistik werden folgende Module angeboten:

- Modul: Computational Statistical Physics I B (15 LP),
- Modul: Computational Statistical Physics II B (15 LP),
- Modul: Probability Theory I B (15 LP),
- Modul: Probability Theory II B (15 LP).

(4) Für die Wahl des Spezialisierungsbereichs werden drei verschiedene Bereiche im Umfang von 30 LP angeboten: Molecular Sciences, Geosciences und Atmospheric Sciences. Hiervon ist ein Spezialisierungsbereich zu wählen und zu absolvieren.

1. Spezialisierungsbereich Molecular Sciences: Es sind Module im Umfang von insgesamt 30 LP zu absolvieren. Davon 5 bis 10 LP aus dem Angebot A, 5 bis 10 LP aus dem Angebot B, 5 bis 10 LP aus dem Angebot C und 0 bis 15 LP aus dem Angebot D.

a) Angebot A (5 bis 10 LP): Aus den folgenden Modulen sind Module im Umfang von insgesamt 5 bis 10 LP zu wählen und zu absolvieren:

- Modul: Foundations of Molecular Simulation (5 LP),
- Modul: Advanced Molecular Simulation (5 LP) oder
- Modul: Advanced Computational Physics (10 LP).

b) Angebot B (5 bis 10 LP): Aus den folgenden Modulen sind ein oder zwei Module zu wählen und zu absolvieren:

- Modul: Dichtefunktionaltheorie (5 LP) und/oder
- Modul: Quantenchemie (5 LP).

c) Angebot C (5 bis 10 LP): Aus den folgenden beiden Modulen ist ein Modul zu wählen und zu absolvieren:

- Modul: Scientific Project A (5 LP) oder
- Modul: Scientific Project E (10 LP).

d) Angebot D (0 bis 15 LP): Aus den folgenden Modulen sind Module im Umfang von insgesamt bis zu 15 LP zu wählen und zu absolvieren:

- Modul: Markov Modeling (5 LP),
- Modul: Quantenchemische Korrelationsmethoden (5 LP),
- Modul: Quantenreaktionsdynamik (5 LP),
- Modul: Elektronenstrukturmethoden (5 LP),
- Modul: Quantum Information Theory (10 LP),

- Modul: Advances in computational sciences (5 LP),

- Modul: Selected topics in applied computational sciences (5 LP) und/oder

- Modul: Selected topics in theoretical computational sciences (5 LP).

Für die Module „Advanced Computational Physics“ und „Quantum Information Theory“ (10 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin verwiesen.

Für die Module „Quantenchemie“ (5 LP), „Dichtefunktionaltheorie“ (5 LP), „Elektronenstrukturmethoden“ (5 LP), „Quantenchemische Korrelationsmethoden“ (5 LP) und „Quantenreaktionsdynamik“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemie des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie der Freien Universität Berlin verwiesen.

2. Spezialisierungsbereich Geosciences: Es sind Module im Umfang von insgesamt 30 LP zu absolvieren. Davon 6 bis 12 LP aus dem Angebot A, 6 bis 12 LP aus dem Angebot B, 6 bis 7 LP aus dem Angebot C, und 0 bis 12 LP aus dem Angebot D.

a) Angebot A (6 bis 12 LP): Aus den folgenden Modulen sind ein oder zwei Module zu wählen und zu absolvieren:

- Modul: MSc-GP002: Physik der Erde I: Physik der Erde (6 LP) und/oder
- Modul: MSc-GP006: Seismik II: Theorie seismischer Wellen (6 LP).

b) Angebot B (6 bis 12 LP): Aus den folgenden Modulen sind ein oder zwei Module zu wählen und zu absolvieren:

- Modul: MSc-GP003: Physik der Erde II: Eiszeiten als geodynamisches Werkzeug (6 LP) und/oder
- Modul: MSc-GP007: Seismik III: Inversions- und Abbildungsverfahren in der Geophysik (6 LP).

c) Angebot C (6 bis 7 LP): Aus den folgenden beiden Modulen ist ein Modul zu wählen und zu absolvieren:

- Scientific Project B (6 LP) oder
- Scientific Project C (7 LP).

d) Angebot D (0 bis 12 LP): Aus den folgenden Modulen sind Module im Umfang von insgesamt bis zu 12 LP zu wählen und zu absolvieren:

- Modul: MSc-GG006: Dynamik der Erde (6 LP),
- Modul: MSc-GG002: Thermodynamik und Kinetik von geologischen Prozessen (6 LP),

- Modul: Geophysical modelling of planets and moons (5 LP),
- Modul: Advances in computational sciences (5 LP),
- Modul: Selected topics in theoretical computational sciences (5 LP) und/oder
- Modul: Selected topics in applied computational sciences (5 LP).

Für die Module „MSc-GP002: Physik der Erde I: Physik der Erde“ (6 LP), „MSc-GP006: Seismik II: Theorie seismischer Wellen“ (6 LP), „MSc-GP007: Seismik III: Inversions- und Abbildungsverfahren in der Geophysik“ (6 LP), „MSc-GG006: Dynamik der Erde“ (6 LP), „MSc-GP003: Physik der Erde II: Eiszeiten als geodynamisches Werkzeug“ (6 LP) und „MSc-GG002: Thermodynamik und Kinetik von geologischen Prozessen“ (6 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Geologische Wissenschaften des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen. Für das Modul „Geophysical modelling of planets and moons“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Planetary Sciences and Space Exploration des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

3. Spezialisierungsbereich Atmospheric Sciences: Es sind Module im Umfang von insgesamt 30 LP zu absolvieren. Davon 8 bis 16 LP aus dem Angebot A, 6 bis 9 LP aus dem Angebot B, und 5 bis 16 LP aus dem Angebot C.

- a) Angebot A (8 bis 16 LP): Aus den folgenden Modulen sind ein oder zwei Module zu wählen und zu absolvieren:
- Modul: Wetter- und Klimadiagnose (8 LP),
 - Modul: Klimavariabilität und -modelle (8 LP) und/oder
 - Modul: Modelle für Wetter und Umwelt (8 LP).
- b) Angebot B (6 bis 9 LP): Aus den folgenden Modulen ist ein Modul zu wählen und zu absolvieren:
- Modul: Scientific Project B (6 LP) oder
 - Modul: Scientific Project D (9 LP).
- c) Angebot C (5 bis 16 LP): Aus den folgenden Modulen sind Module im Umfang von insgesamt 5 bis 12 LP zu wählen und zu absolvieren:
- Modul: Satellitenmeteorologie (8 LP),
 - Modul: Theoretische Meteorologie I (8 LP),
 - Modul: Theoretische Meteorologie II (8 LP),
 - Modul: Advances in computational sciences (5 LP),
 - Modul: Selected topics in applied computational sciences (5 LP) und/oder

- Modul: Selected topics in theoretical computational sciences (5 LP).

Für die Module „Wetter- und Klimadiagnose“ (8 LP), „Klimavariabilität und -modelle“ (8 LP), „Modelle für Wetter und Umwelt“ (8 LP), „Satellitenmeteorologie“ (8 LP), „Theoretische Meteorologie I“ (8 LP) und „Theoretische Meteorologie II“ (8 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Meteorologie des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

(5) Über die Zugangsvoraussetzungen, die Inhalte und Qualifikationsziele, die Lehr- und Lernformen, den zeitlichen Arbeitsaufwand, die Formen der aktiven Teilnahme, die zu erbringenden studienbegleitenden Prüfungsleistungen, die Angaben über die Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme an den Lehr- und Lernformen, die den Modulen jeweils zugeordneten Leistungspunkte, die Regeldauer und die Angebotshäufigkeit informieren für die Module des Masterstudiengangs die Modulbeschreibungen in der Anlage 1.

(6) Über den empfohlenen Verlauf des Studiums im Masterstudiengang unterrichten die exemplarischen Studienverlaufspläne in Anlage 2.

(7) Die gemäß Abs. 2 bis 4 wählbaren Module dürfen nicht mit Modulen, die bereits im Bachelorstudiengang absolviert wurden, übereinstimmen. Im Zweifelsfall entscheidet hierüber der Prüfungsausschuss; die Klärung soll vor Absolvierung des fraglichen Moduls vorgenommen werden.

§ 8 Lehr- und Lernformen

(1) Im Rahmen des Lehrangebots für den Masterstudiengang werden folgende Lehr- und Lernformen angeboten:

1. Vorlesung (V): Vorlesungen dienen der Vermittlung der theoretischen Grundlagen der jeweiligen Schwerpunkte, vermitteln Theorien und Methoden der Analyse und setzen sich kritisch mit dem Stand der Computerwissenschaften auseinander.
2. Übung (Ü): Übungen dienen der Vermittlung von Arbeitstechniken, Praxis- oder Computerkenntnissen.
3. Seminar (S): Seminare dienen der Erörterung methodischer Fragen und setzen sich kritisch mit den Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebieten auseinander.
4. Projektseminar (PS): Projektseminare dienen der intensiven Auseinandersetzung mit einem exemplarischen Themenbereich und der Einübung selbstständigen wissenschaftlichen Arbeitens. Es werden unter Anleitung einer Lehrkraft Lehrinhalte von Studierende in Projektarbeit auf ein konkretes Problem der Computerwissenschaften angewendet. Die Ergebnisse werden aufgearbeitet,

präsentiert und diskutiert. Der Selbststudienanteil ist höher als im Seminar.

5. Seminar am PC (SPC): Seminare am PC dienen der Übung und Vertiefung von theoretischen Lehrinhalten anhand von Computersimulationen.

(2) Die Lehr- und Lernformen gemäß Abs. 1 können in Blended-Learning-Arrangements umgesetzt werden. Das Präsenzstudium wird hierbei mit elektronischen internetbasierten Medien (E-Learning) verknüpft. Dabei werden ausgewählte Lehr- und Lernaktivitäten über die zentralen E-Learning-Anwendungen der Freien Universität Berlin angeboten und von den Studierende einzeln oder in einer Gruppe selbstständig und/oder betreut bearbeitet. Blended Learning kann in der Durchführungsphase (Austausch und Diskussion von Lernobjekten, Lösung von Aufgaben, Intensivierung der Kommunikation zwischen den Lernenden und Lehrenden) bzw. in der Nachbereitungsphase (Lernerfolgskontrolle, Transferunterstützung) eingesetzt werden.

§ 9 Masterarbeit

(1) Die Masterarbeit soll zeigen, dass die*der Studierende in der Lage ist, eine Fragestellung aus dem Gebiet der Computational Sciences auf fortgeschrittenem wissenschaftlichem Niveau selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse angemessen schriftlich und mündlich darzustellen, wissenschaftlich einzuordnen und zu dokumentieren.

(2) Studierende werden auf Antrag zur Masterarbeit zugelassen, wenn sie bei Antragstellung nachweisen, dass sie

1. im Masterstudiengang zuletzt an der Freien Universität Berlin immatrikuliert gewesen sind und
2. bereits alle Module des Synchronisierungsbereichs im Umfang von 30 LP und Module im Masterstudiengang im Umfang von insgesamt mindestens 60 LP erfolgreich absolviert haben.

(3) Dem Antrag auf Zulassung zur Masterarbeit sind Nachweise über das Vorliegen der Voraussetzungen gemäß Abs. 2 beizufügen, ferner die Bescheinigung einer prüfungsberechtigten Lehrkraft über die Bereitschaft zur Übernahme der Betreuung der Masterarbeit. Der zuständige Prüfungsausschuss entscheidet über den Antrag. Wird eine Bescheinigung über die Übernahme der Betreuung der Masterarbeit gemäß Satz 1 nicht vorgelegt, so setzt der Prüfungsausschuss den*die Betreuer*in ein. Gegenstand der Betreuung ist auch die Anleitung zur Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis.

(4) Der Prüfungsausschuss gibt in Abstimmung mit der*dem Betreuer*in das Thema der Masterarbeit aus. Die Studierenden erhalten Gelegenheit eigene Themenvorschläge zu machen, ein Anspruch auf deren Umsetzung besteht nicht. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass die Bearbeitung innerhalb

der Bearbeitungsfrist abgeschlossen werden kann. Ausgabe und Fristeinhaltung sind aktenkundig zu machen.

(5) Die Masterarbeit ist in englischer Sprache zu verfassen und zu präsentieren. Auf Antrag beim Prüfungsausschuss und mit Zustimmung des*der Betreuer*in kann die Masterarbeit auch in einer anderen Sprache angefertigt werden. Der Umfang des schriftlichen Teils der Masterarbeit soll in Abhängigkeit vom Spezialisierungsbereich etwa 20 bis 80 Seiten umfassen. Die Bearbeitungsfrist für den schriftlichen Teil der Masterarbeit beträgt 23 Wochen. War ein*e Studierende*r über einen Zeitraum von mehr als drei Monaten aus triftigem Grund an der Bearbeitung gehindert, entscheidet der Prüfungsausschuss, ob die Masterarbeit neu erbracht werden muss. Die Prüfungsleistung hinsichtlich der Masterarbeit gilt für den Fall, dass der Prüfungsausschuss eine erneute Erbringung verlangt, als nicht unternommen.

(6) Begleitend zur Bearbeitung ist der Stand der eigenen Arbeit regelmäßig mit dem*der Betreuer*in zu diskutieren. Außerdem werden in einem Kolloquium zu aktuellen Forschungsarbeiten in einem zum Thema der Masterarbeit passenden Bereich Arbeitsfortschritte präsentiert und unter Anleitung durch den*die Betreuer*in reflektiert. Anregungen aus verwandten aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten werden aufgegriffen. Die aktive Teilnahme an diesem Kolloquium ist obligatorisch.

(7) Als Beginn der Bearbeitungsfrist gilt das Datum der Ausgabe des Themas durch den Prüfungsausschuss. Das Thema kann einmalig innerhalb der ersten vier Wochen zurückgegeben werden und gilt dann als nicht ausgegeben. Bei der Abgabe hat die*der Studierende schriftlich zu versichern, dass sie*er die Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt hat. Die Masterarbeit ist in elektronischer Form abzugeben. Die PDF-Datei muss den Text maschinenlesbar und nicht nur grafisch enthalten; ferner darf sie keine Rechtebeschränkung aufweisen. Näheres kann der Prüfungsausschuss durch Beschluss bestimmen.

(8) Die Masterarbeit darf auf Antrag auch in einer Einrichtung außerhalb des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie, des Fachbereichs Geowissenschaften, des Fachbereichs Mathematik und Informatik und des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin angefertigt werden. In diesem Fall ist eine Bescheinigung einer hauptberuflich an einem der genannten Fachbereiche der Freien Universität Berlin tätigen, prüfungsberechtigten Lehrkraft über die Bereitschaft zur Übernahme der Bewertung der Masterarbeit beizufügen. Der Prüfungsausschuss entscheidet über den Antrag.

(9) Der schriftliche Teil der Masterarbeit ist innerhalb von vier Wochen von zwei vom Prüfungsausschuss bestellten Prüfungsberechtigten mit einer schriftlichen Begründung zu bewerten. Dabei soll der*die Betreuer*in der Masterarbeit eine*r der Prüfer*innen sein. Der Prüfungsausschuss stellt sicher, dass die Prüfer*innen sowohl den Spezialisierungsbereich als auch die mathematisch/informatischen Grundlagen inhaltlich vertritt.

(10) Der benotete, etwa 30-minütige Mastervortrag mit anschließender Diskussion findet vor den Prüfer*innen gemäß Abs. 9 statt. Der Termin für den Mastervortrag wird im Einvernehmen mit der*dem Studierenden festgesetzt und soll im letzten Drittel der Bearbeitungsfrist der Masterarbeit liegen. Der Mastervortrag erfolgt nur mit Zustimmung der*des Kandidatin*Kandidaten hochschulöffentlich.

(11) Die Note für den mündlichen Teil der Masterarbeit fließt mit einem Fünftel und die Note des schriftlichen Teils der Masterarbeit fließt mit vier Fünfteln in die zusammengefasste Note für die Masterarbeit ein. Die Note für den schriftlichen Teil der Masterarbeit ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Benotungen der beiden Prüfer*innen. Die Masterarbeit ist nicht bestanden, wenn zwei Gutachten den schriftlichen Teil der Masterarbeit mit «nicht bestanden» (5,0) bewerten. Bewertet nur eine*r der beiden Prüfer*innen die Masterarbeit mit „nicht bestanden“ (5,0), so beauftragt der Prüfungsausschuss ein drittes Gutachten. Ist die Differenz der beiden Einzelnoten gemäß Satz 2 gleich 2,0 oder größer, beauftragt der Prüfungsausschuss ebenfalls ein drittes Gutachten. In den Fällen gemäß den Sätzen 4 und 5 ergibt sich die Note für den schriftlichen Teil der Masterarbeit abweichend von Satz 2 aus dem arithmetischen Mittel der Benotungen der drei Prüfer*innen.

(12) Die Masterarbeit ist bestanden, wenn sowohl der schriftliche als auch der mündliche Teil einzeln jeweils mit mindestens „ausreichend“ (4,0) bewertet worden sind.

(13) Die Anerkennung einer Leistung auf die Masterarbeit ist zulässig und kann beim Prüfungsausschuss beantragt werden. Voraussetzung für eine solche Anerkennung ist, dass sich die Prüfungsbedingungen und die Aufgabenstellung der vorgelegten Leistung bezüglich der Qualität, des Niveaus, der Lernergebnisse, des Umfangs und des Profils nicht wesentlich von den Prüfungsbedingungen und der Aufgabenstellung einer im Masterstudiengang zu erbringenden Masterarbeit, die das Qualifikationsprofil des Masterstudiengangs in besonderer Weise prägt, unterscheidet.

§ 10

Wiederholung von Prüfungsleistungen

(1) Im Falle des Nichtbestehens dürfen die Masterarbeit zweimal, sonstige studienbegleitende Prüfungsleistungen dreimal wiederholt werden.

(2) Mit „ausreichend“ (4,0) oder besser bewertete Prüfungsleistungen in Form einer Klausur dürfen einmalig zur Notenverbesserung in einer Nachklausur, die spätestens in der ersten Vorlesungswoche des Folgesemesters stattfindet, wiederholt werden. Gewertet wird die Note mit dem besseren Ergebnis. Im Fall von Wiederholungsprüfungen ist eine Notenverbesserung ausgeschlossen.

§ 11

Elektronische Prüfungsleistungen

(1) Bei elektronischen Prüfungsleistungen erfolgt die Durchführung und Auswertung unter Verwendung von digitalen Technologien.

(2) Vor einer Prüfungsleistung unter Verwendung von digitalen Technologien ist die Eignung dieser Technologien im Hinblick auf die vorgesehenen Prüfungsaufgaben und die Durchführung der elektronischen Prüfungsleistung von zwei Prüfer*innen festzustellen.

(3) Die Authentizität der*des Urheberin*Urhebers und die Integrität der Prüfungsergebnisse sind sicherzustellen. Hierfür werden die Prüfungsergebnisse in Form von elektronischen Daten eindeutig identifiziert sowie unverwechselbar und dauerhaft der*dem Studierenden zugeordnet. Es ist zu gewährleisten, dass die elektronischen Daten für die Bewertung und Nachprüfbarkeit unverändert und vollständig sind.

(4) Eine automatisiert erstellte Bewertung einer Prüfungsleistung ist auf Antrag der der*des geprüften Studierenden von einem*r Prüfer*in zu überprüfen.

§ 12

Antwort-Wahl-Verfahren

(1) Prüfungsaufgaben in der Form des Antwort-Wahl-Verfahrens sind von zwei Prüfungsberechtigten zu stellen.

(2) Erweist sich bei der Bewertung von Prüfungsleistungen, die nach dem Antwort-Wahl-Verfahren abgelegt worden sind, dass einzelne Prüfungsaufgaben im Hinblick auf die Qualifikationsziele des jeweiligen Moduls keine zuverlässigen Prüfungsergebnisse ermöglichen und damit fehlerhaft sind, so dürfen sich diese bei der Feststellung des Prüfungsergebnisses nicht zum Nachteil von Studierenden auswirken.

(3) Eine im Antwort-Wahl-Verfahren erbrachte Prüfungsleistung ist bestanden, wenn die*der Studierende mindestens 50 Prozent der erzielbaren Bewertungspunkte erreicht hat (absolute Bestehensgrenze) oder wenn die Zahl der von der*dem Studierenden erzielten Bewertungspunkte um nicht mehr als 10 Prozent die von den Teilnehmer*innen des Prüfungsversuchs der jeweiligen Prüfungsleistung durchschnittlich erzielten Punktzahl unterschreitet (relative Bestehensgrenze). Kommt die relative Bestehensgrenze zum Tragen, so muss die*der Studierende für das Bestehen der Prüfungsleistung gleichwohl mindestens 40 Prozent der erzielbaren Bewertungspunkte erreicht haben.

(4) Im Antwort-Wahl-Verfahren erbrachte Prüfungsleistungen sind wie folgt zu bewerten: Hat die*der Studierende die für das Bestehen der Prüfungsleistung nach Absatz 3 erforderliche Mindestbewertungspunktzahl erreicht, so lautet die Note

– sehr gut, wenn sie*er mindestens 75 Prozent,

- gut, wenn sie*er mindestens 50, aber weniger als 75 Prozent,
- befriedigend, wenn sie*er mindestens 25, aber weniger als 50 Prozent,
- ausreichend, wenn sie*er keine oder weniger als 25 Prozent

der über die nach Absatz 3 erforderliche Mindestbewertungspunktzahl hinaus erzielbaren Bewertungspunkte zutreffend beantwortet hat; für die verwendeten Noten gilt im Übrigen die RSPO.

(5) Die Bewertungsvorgaben gemäß der Absätze 3 und 4 finden keine Anwendung, wenn

1. die Prüfungsberechtigten, die die Prüfungsaufgaben gemäß Absatz 1 gestellt haben und die im Antwort-Wahl-Verfahren erbrachten Prüfungsleistungen bewerten, identisch sind

oder

2. der Anteil der erzielbaren Punktzahl in den Prüfungsaufgaben in der Form des Antwort-Wahl-Verfahrens an einer Klausur, die nur teilweise in der Form des Antwort-Wahl-Verfahrens gestellt wird, 25 Prozent nicht übersteigt.

§ 13

Auslandsstudium

(1) Den Studierenden wird ein Auslandsstudienaufenthalt empfohlen. Im Rahmen des Auslandsstudiums sollen Leistungen erbracht werden, die für den Masterstudiengang anrechenbar sind.

(2) Dem Auslandsstudium soll der Abschluss einer Vereinbarung zwischen der*dem Studierenden, der*dem Vorsitzenden des für den Masterstudiengang zuständigen Prüfungsausschusses sowie der zuständigen Stelle an der Zielhochschule über die Dauer des Auslandsstudiums, über die im Rahmen des Auslandsstudiums zu erbringenden Leistungen, die gleichwertig zu den Leistungen im Masterstudiengang sein müssen, sowie die den Leistungen zugeordneten Leistungspunkte vorausgehen. Vereinbarungsgemäß erbrachte Leistungen sowie gleichwertige Leistungen werden angerechnet.

(3) Es wird empfohlen, das Auslandsstudium während des zweiten oder dritten Fachsemesters des Masterstudiengangs zu absolvieren.

§ 14

Studienabschluss

(1) Voraussetzung für den Studienabschluss ist, dass die gemäß §§ 7 und 9 geforderten Leistungen erbracht worden sind.

(2) Der Studienabschluss ist ausgeschlossen, soweit die*der Studierende an einer Hochschule im gleichen Studiengang oder in einem Modul, welches mit einem der im Masterstudiengang zu absolvierenden und

bei der Ermittlung der Gesamtnote zu berücksichtigenden Module identisch oder vergleichbar ist, Leistungen endgültig nicht erbracht oder Prüfungsleistungen endgültig nicht bestanden hat oder sich in einem schwebenden Prüfungsverfahren befindet.

(3) Dem Antrag auf Feststellung des Studienabschlusses sind Nachweise über das Vorliegen der Voraussetzungen gemäß Abs. 1 und eine Versicherung beizufügen, dass für die Person der*des Antragstellenden keiner der Fälle gemäß Abs. 2 vorliegt. Über den Antrag entscheidet der zuständige Prüfungsausschuss.

(4) Aufgrund der bestandenen Prüfung wird der Hochschulgrad Master of Science (M. Sc.) verliehen. Die Studierenden erhalten ein Zeugnis und eine Urkunde (Anlagen 3 und 4), sowie ein Diploma Supplement (englische und deutsche Version). Darüber hinaus wird eine Zeugnisergänzung mit Angaben zu den einzelnen Modulen und ihren Bestandteilen (Transkript) erstellt. Auf Antrag werden ergänzend englische Versionen von Zeugnis und Urkunde ausgehändigt.

§ 15

Inkrafttreten und Übergangsbestimmungen

(1) Diese Ordnung tritt nach ihrer Veröffentlichung in den FU-Mitteilungen (Amtsblatt der Freien Universität Berlin) zum Start des Wintersemesters 2025/26 in Kraft.

(2) Gleichzeitig tritt die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang vom 21. Januar 2016 (FU-Mitteilungen Nr. 13/2016, S. 143) außer Kraft.

(3) Diese Ordnung gilt für Studierende, die nach deren Inkrafttreten im Masterstudiengang an der Freien Universität Berlin immatrikuliert werden. Studierende, die vor dem Inkrafttreten dieser Ordnung im Masterstudiengang an der Freien Universität Berlin immatrikuliert worden sind, studieren und erbringen die Leistungen auf der Grundlage der Studien- und Prüfungsordnung gemäß Abs. 2, sofern sie nicht die Fortsetzung des Studiums und die Erbringung der Leistungen gemäß dieser Ordnung beim Prüfungsausschuss beantragen. Anlässlich der auf den Antrag hin erfolgenden Umschreibung entscheidet der Prüfungsausschuss über den Umfang der Berücksichtigung von zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits begonnenen oder abgeschlossenen Modulen oder über deren Anrechnung auf nach Maßgabe dieser Ordnung zu erbringenden Leistungen, wobei den Erfordernissen von Vertrauensschutz und Gleichbehandlungsgebot Rechnung getragen wird. Die Entscheidung über den Umschreibungsantrag wird zum Beginn der Vorlesungszeit des auf seine Stellung folgenden Semesters wirksam. Die Umschreibung ist nicht revidierbar.

(4) Die Möglichkeit des Studienabschlusses auf der Grundlage der Studien- und Prüfungsordnung gemäß Abs. 2 wird bis zum Ende des Sommersemesters 2028 gewährleistet.

Anlage 1: Modulbeschreibungen

Erläuterungen:

Die folgenden Modulbeschreibungen benennen, soweit nicht auf andere Ordnungen verwiesen wird, für jedes Modul des Masterstudiengangs

- die Bezeichnung des Moduls
- die*den Verantwortlichen des Moduls,
- die Voraussetzungen für den Zugang zum jeweiligen Modul,
- Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls
- Lehr- und Lernformen des Moduls
- den studentischen Arbeitsaufwand, der für die erfolgreiche Absolvierung eines Moduls veranschlagt wird
- Formen der aktiven Teilnahme
- die Prüfungsformen
- die Pflicht zu regelmäßiger Teilnahme
- die den Modulen zugeordneten Leistungspunkte
- die Regeldauer des Moduls
- die Häufigkeit des Angebots
- die Verwendbarkeit des Moduls

Die Angaben zum zeitlichen Arbeitsaufwand berücksichtigen insbesondere

- die aktive Teilnahme im Rahmen der Präsenzstudienzeit
- den Arbeitszeitaufwand für die Erledigung kleinerer Aufgaben im Rahmen der Präsenzstudienzeit
- die Zeit für eine eigenständige Vor- und Nachbereitung
- die Bearbeitung von Studieneinheiten in den Online-Studienphasen
- die unmittelbare Vorbereitungszeit für Prüfungsleistungen
- die Prüfungszeit selbst.

Die Zeitangaben zum Selbststudium (unter anderem Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung) stellen Richtwerte dar und sollen den Studierenden Hilfestellung für die zeitliche Organisation ihres modulbezogenen Arbeitsaufwands liefern. Die Angaben zum Arbeitsaufwand korrespondieren mit der Anzahl der dem jeweiligen Modul zugeordneten Leistungspunkte als Maßeinheit für den studentischen Arbeitsaufwand, der für die erfolgreiche Absolvierung des Moduls in etwa zu erbringen ist. Ein Leistungspunkt entspricht 30 Stunden.

Soweit für die jeweiligen Lehr- und Lernformen die Pflicht zu regelmäßiger Teilnahme festgelegt ist, ist sie neben der aktiven Teilnahme an den Lehr- und Lernformen und der erfolgreichen Absolvierung der Prüfungsleistungen eines Moduls Voraussetzung für den Erwerb der dem jeweiligen Modul zugeordneten Leistungspunkte. Eine regelmäßige Teilnahme liegt vor, wenn mindestens 80 % der in den Lehr- und Lernformen eines Moduls vorgesehenen Präsenzstudienzeit besucht wurden. Besteht keine Pflicht zu regelmäßiger Teilnahme an einer Lehr- und Lernform eines Moduls, so wird sie dennoch dringend empfohlen. Die Festlegung einer Präsenzpflcht durch die jeweilige Lehrkraft ist für Lehr- und Lernformen, für die im Folgenden die Teilnahme lediglich empfohlen wird, ausgeschlossen.

Zu jedem Modul muss – soweit vorgesehen – die zugehörige Modulprüfung abgelegt werden. Benotete Module werden mit nur einer Prüfungsleistung (Modulprüfung) abgeschlossen. Die Modulprüfung ist auf die Qualifikationsziele des Moduls zu beziehen und überprüft die Erreichung der Ziele des Moduls exemplarisch. Der Prüfungsumfang wird auf das dafür notwendige Maß beschränkt. In Modulen, in denen alternative Prüfungsformen vorgesehen sind, ist die Prüfungsform des jeweiligen Semesters von der verantwortlichen Lehrkraft spätestens im ersten Lehrveranstaltungstermin festzulegen.

Die aktive und – soweit vorgesehen – regelmäßige Teilnahme an den Lehr- und Lernformen sowie die erfolgreiche Absolvierung der Prüfungsleistungen eines Moduls sind Voraussetzung für den Erwerb der dem jeweiligen Modul zugeordneten Leistungspunkte.

I. Synchronisierungsbereich
1. Pflichtmodul

Modul: Computational Sciences				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden erlernen die interdisziplinären Grundzüge wissenschaftlicher Arbeit in den „Computational Sciences“. Sie sind in der Lage, Probleme der quantitativen Naturwissenschaften theoretisch zu beschreiben bzw. die Realwelt-Bedeutung der involvierten Gleichungen zu verstehen. Sie können das Problem in Algorithmen formulieren bzw. rechnergestützte Lösungsmethoden identifizieren. Sie können diese rechnergestützten Verfahren numerisch beschreiben und entsprechend stabile Lösungsmethoden auswählen. Sie können diese Algorithmen implementieren, ihre Laufzeit- und Speichereffizienz bewerten und optimieren.				
Inhalte: Hauptinhalt dieses Moduls ist das Erlernen von Arbeitsmethoden. Es werden ein bis drei Probleme von disziplinübergreifender Relevanz ausgewählt und an diesen Beispielen naturwissenschaftliche Theorie, Algorithmik, Numerik und Effizienz durchexerziert. In den Computerübungen werden Implementierungen der entsprechenden Probleme in Teamarbeit entwickelt, getestet und optimiert. Beispiele für geeignete Probleme sind insbesondere Schwingungsphänomene und Spektralanalyseverfahren, Gravitation, Elektrostatik und Berechnungsverfahren, Wärmeleitungsgleichung, Poissongleichung und Lösungsverfahren sowie Datenanalyse und Dimensionsreduktion.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	Erfolgreiche Ausarbeitung einer effizienten kommentierten Implementierung im Team. Regelmäßige Präsentation von Zwischenergebnissen. Erfolgreiche Bearbeitung von projektbegleitenden Aufgaben.	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 120
Projektseminar	4		Präsenzzeit PS Vor- und Nachbereitung PS	60 160
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	50
Modulprüfung		Klausur (120 Minuten)		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein bis zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		jedes Wintersemester		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

2. Fachliche Angebote:

a) Chemie

Modul: Quantenmechanische Beschreibung von Atomen und chemischer Bindung				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der Quantenmechanik und ihrer Anwendung auf einfache, chemisch relevante Beispiele. Sie können die Elektronenstruktur von Atomen und kleinen Molekülen mit mathematischen Werkzeugen beschreiben und kennen Atommodelle und die quantenmechanischen Grundlagen spektroskopischer Messungen. Sie kennen die quantentheoretischen Zusammenhänge von Orbitalen und chemischer Bindung. Sie können eigenständig und in Gruppen einfache Fragestellungen zur Quantennatur chemischer Modellsysteme analytisch und mit ausgewählten numerischen Methoden bearbeiten, diese didaktisch aufbereiten und gender- und diversity-spezifisch präsentieren.				
Inhalte: Im Modul erfolgt eine Einführung in die Quantennatur der Materie und Energie, in die Grundlagen der Quantentheorie, quantenmechanische Lösungen der zeitunabhängigen Schrödinger-Gleichung für chemisch relevante Modellsysteme und in die Quantentheorie des Bahndrehimpulses und des Spins. Weitere Themen sind Quantenmechanik des Wasserstoffatoms, Mehrelektronenatome, Spin-Bahn-Kopplung, Theorie der Chemischen Bindung und elementare Quantentheorie einfacher Moleküle. Die Studierenden lernen analytische und numerische Lösungsansätze für einfache quantenmechanische Probleme kennen.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V	60
Übungen	2	Bearbeitung von Übungsaufgaben, Diskussionsbeiträge Erarbeitung eines quantentheoretischen Themas mit numerischen Methoden und dessen Präsentation	Vor- und Nachbereitung V	70
			Präsenzzeit Ü	30
			Vor- und Nachbereitung Ü	70
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	70
Modulprüfung		Klausur (180 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitsaufwand insgesamt		300 Stunden	10 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		jedes Semester		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für die Module „Molekülspektroskopie“ (5 LP) und „Theoretische Chemie“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Chemie des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie der Freien Universität Berlin verwiesen.

b) Geologische Wissenschaften

Für die Module „Geological foundations“ (6 LP) und „Introduction to planetary sciences and planet formation“ (9 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Planetary Sciences and Space Exploration des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

c) Geographische Wissenschaften

Für das Modul „Einführung in die Klima- und Hydrogeographie“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Geographische Wissenschaften des Fachbereichs Geologische Wissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen. Für das Modul „Fernerkundung und Geomatik für Fortgeschrittene“ (10 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Geographische Entwicklungsforschung des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen. Für das Modul „Principles of GIS and remote sensing“ (6 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Planetary Sciences and Space Exploration des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

d) Informatik

Modul: Complex Algorithms A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierende beherrschen die gängigen Entwurfstechniken für Algorithmen und können Algorithmen mit ihrer Hilfe entwerfen. Sie können Algorithmen in Bezug auf ihren Laufzeit- und Speicherbedarf analysieren und dabei auch fortgeschrittene Analysemethoden verwenden. Sie verstehen die Theorie der NP-Vollständigkeit. Sie kennen die gängigen Komplexitätsklassen und können einfache Probleme in ihrer Komplexität einordnen. Sie vertiefen diese Fähigkeiten selbstständig in einem ausgewählten Themengebiet der höheren Informatik. Die Studierenden können Komplexere Algorithmen auf eines der folgenden Themen anzuwenden: Verteilte Systeme, Mustererkennung, Datenbanktechnologie oder Künstliche Intelligenz.
Inhalte: Im Modul werden Aspekte der Themen Wege- und Flussprobleme in Graphen, String-Matching, randomisierte Algorithmen und amortisierte Analyse behandelt. Weitere Inhalte sind das „Master-Theorem“ zur Analyse von Teille-und-herrsche-Rekursionsgleichungen, NP-Vollständigkeit, Approximationsalgorithmen für schwere Probleme, zahlentheoretische Algorithmen (einschließlich RSA-Kryptosystem), Arithmetische Algorithmen und Schaltkreise sowie schnelle Fourier-Transformation. Diese werden anschließend exemplarisch vertieft bearbeitet. Dabei stehen insbesondere Themen wie verteilte Systeme und Suchverfahren für die Lösung kombinatorischer Aufgaben, das Baye'sche Verfahren der Mustererkennung, neuronale Netze und Lernalgorithmen sowie Datenbank-Zugriffstechniken und Anfrageoptimierung zur Verfügung.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	schriftliche Bearbeitung der Übungsblätter, zwei mündliche Präsentationen der Lösung jeweils einer Übungsaufgabe in der Übung	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü Schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Computer Science and Data Structures A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden analysieren Algorithmen und Datenstrukturen und ihre Implementierungen bezüglich Laufzeit, Speicherbedarf und Korrektheit und beschreiben verschiedene Algorithmen und Datenstrukturen für typische Anwendungen und wenden diese auf konkrete Beispiele an. Sie können passende Algorithmen und Datenstrukturen für gegebene Aufgaben auswählen und passen diese entsprechend an. Sie erklären, identifizieren und verwenden verschiedene Entwurfsparadigmen für Algorithmen. Die Studierenden vertiefen diese Fähigkeiten selbstständig in einem ausgewählten Themengebiet der höheren Informatik: Verteilte Systeme, Mustererkennung, Datenbanktechnologie oder Künstliche Intelligenz.
Inhalte: Studierende lernen das Maschinenmodell, sowie verschiedene algorithmische Probleme kennen. Sie erarbeiten und üben die Berechnung von Laufzeit, Korrektheit und Speicherbedarf dieser Algorithmen und lernen die asymptotische Worst-Case-Analyse kennen. Darüber hinaus diskutieren sie die Rolle des Zufalls im Kontext des Entwurfs von Algorithmen. Des Weiteren erlernen und üben sie Entwurfsparadigmen für Algorithmen wie Teile und Herrsche, gierige Algorithmen, Dynamische Programmierung und Erschöpfende Suche. Sie lernen Prioritätswarteschlangen und effiziente Datenstrukturen für geordnete und ungeordnete Wörterbücher (z. B. ausgeglichene Suchbäume, Streuspeicher, Skiplisten) kennen und üben den Umgang mit ihnen. Zudem lernen sie Algorithmen für Zeichenketten (digitale Suchbäume und Suchen in Zeichenketten) und Graphenalgorithmen kennen, diskutieren deren Anwendung und üben den Umgang mit ihnen. Die Inhalte werden anschließend exemplarisch vertieft und die Studierenden bearbeiten hierbei insbesondere Themen wie Verteilte Systeme und Suchverfahren für die Lösung kombinatorischer Aufgaben, Baye'sche Verfahren der Mustererkennung, Neuronale Netze und Lernalgorithmen sowie Datenbank-Zugriffstechniken und Anfrageoptimierung.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben, Moderation einer Übung oder eines Teils davon	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü	30 120
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Computer Science and Fundamentals of Programming A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik
Verantwortung: Dozierende des Moduls gemäß der Zuordnungsliste bei der*dem Studiengangsverantwortlichen
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden erklären verschiedene Programmierparadigmen und stellen diese gegenüber. Sie interpretieren Beschreibungen und Quelltexte zu elementaren Datenstrukturen, charakterisieren deren Funktionsweise, implementieren elementare Algorithmen und Datenstrukturen in verschiedenen Programmierparadigmen und passen diese an unterschiedliche Anforderungen an. Sie diskutieren Vor- und Nachteile verschiedener Lösungen von algorithmischen Problemen. Studierende vertiefen diese Fähigkeiten selbstständig in einem ausgewählten Themengebiet der höheren Informatik: Verteilte Systeme, Mustererkennung, Datenbanktechnologie oder Künstliche Intelligenz.
Inhalte: Studierende erlernen die Grundlagen des Programmierens und grundlegende Programmierparadigmen wie Imperativ und Funktional. Sie erarbeiten sich Ausdrücke und Datentypen und grundlegende Aspekte Imperativer Programmierung (Zustand, Anweisungen Kontrollstrukturen, Ein-Ausgabe) und üben deren Anwendung. Die Studierenden erarbeiten sich grundlegende Aspekte der Funktionalen Programmierung (Funktionen, Rekursion, Funktionen höherer Ordnung, Currying), und Objektorientierte Konzepte wie Kapselung und Vererbung, Polymorphie sowie Grundlegende Algorithmische Fragestellungen (z. B. Suchen, Sortieren, Auswählen und Einfache Feld- und Zeigerbasierte Datenstrukturen) und üben deren Implementierung. Die Inhalte werden anschließend exemplarisch vertieft und die Studierenden bearbeiten hierbei insbesondere Themen wie Verteilte Systeme und Suchverfahren für die Lösung kombinatorischer Aufgaben, Baye'sche Verfahren der Mustererkennung, Neuronale Netze und Lernalgorithmen, sowie Datenbank-Zugriffstechniken und Anfrageoptimierung.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V	60
Übung	2	schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben. Moderation einer Übung oder eines Teils davon.	Vor- und Nachbereitung V	80
			Präsenzzeit Ü	30
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Programmierprojekts	Vor- und Nachbereitung Ü	120
			Präsenzzeit S	30
			Vor- und Nachbereitung S	60
Modulprüfung		mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten); die Klausur kann auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung (90 Minuten) durchgeführt werden. Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	70
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

e) Mathematik

Modul: Introduction to Numerical Mathematics A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen anspruchsvolle, numerische Lösungsverfahren für mathematische Probleme von zentraler Bedeutung. Sie haben ein Gespür für die mathematische Struktur dieser Probleme entwickelt und beherrschen die Auswahl und Entwicklung zuverlässiger und effizienter Lösungsalgorithmen. Die Studierenden haben das erlernte Wissen auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen und besitzen einen Einblick in die mathematische Modellierung solcher Probleme bekommen.
Inhalte: Gegenstand des Moduls sind Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme, Choleskyzerlegung und QR-Zerlegung, Eigenwertprobleme. Die Studierenden erlernen Bestapproximation, Interpolation durch Polynome und Splines, Gauß-Quadratur und adaptive Quadratur sowie Anfangswertprobleme für gewöhnliche Differentialgleichungen und üben deren Anwendung.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü Schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		Mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Numerics of ODEs and numerical linear algebra A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse der numerischen Lösung von gewöhnlichen Differenzialgleichungen sowie der numerischen linearen Algebra und können sicher damit umgehen. Die Studierenden können das erlernte Wissen auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen und haben einen Einblick in die mathematische Modellierung solcher Probleme bekommen.
Inhalte: Den Studierenden werden grundlegende Methoden und Kenntnisse aus den Themenbereichen Anfangswertprobleme für steife Differentialgleichungen (Stabilität und asymptotische Stabilität, von Fixpunkten, Testgleichungen), implizite Runge-Kutta-Verfahren (Vererbungsprinzip, Stabilitätsgebiete, A- und B-Stabilität, Gauß-Verfahren), differentiell-algebraische Gleichungen (Grundbegriffe, Index), Hamiltonsche Systeme (Energieerhaltung, Symplektizität, symplektische Runge-Kutta-Verfahren), iterative Verfahren zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme (Lineare Iterationsverfahren, Vorkonditionierung, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Gradienten) vermittelt.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü	30 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmier- projekts	Schriftliche Übungsaufgaben	60
			Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S	30 60
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Numerics of partial differential equations A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse der numerischen Lösung von partiellen Differentialgleichungen sowie der numerischen linearen Algebra und können sicher damit umgehen. Die Studierenden können das erlernte Wissen auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen und einen Einblick in die mathematische Modellierung solcher Probleme bekommen.
Inhalte: Die Studierenden erlernen mathematische Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen, Klassifikation (elliptisch, parabolisch, hyperbolisch) und Wohlgestellttheit, klassische Lösungen und finite Differenzen (Maximumprinzip, Konsistenz, Konvergenz), schwache Lösungen und finite Elemente (Sobolev-Räume, Fehlerabschätzungen, Teilraumkorrektur-Methoden) und parabolische Differentialgleichungen (Linien- und Rothe-Methode) und üben diese an Hand von Aufgaben und Projekten.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü	30 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Schriftliche Übungsaufgaben	60
			Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S	30 60
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Discrete Mathematics I A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Abzählmethoden, verstehen grundlegende diskrete Strukturen und Algorithmen. Sie können sicher mit den erlernten Konzepten und Methoden umgehen und diese auf praktische Probleme anwenden. Sie können sich in ein exemplarisches Thema aus dem Gebiet der diskreten Mathematik anhand der Literatur einarbeiten und ihre Kenntnisse vertiefen.
Inhalte: Es wird eine Auswahl aus folgenden Themen vermittelt: Abzählung (Grundlagen, doppelte Abzählung, Schubfachprinzip, Rekursionen, erzeugende Funktionen, Inklusion-Exklusion, Inversion), Diskrete Strukturen (Graphen, Mengensysteme, Designs, Halbordnungen, Matroide), Graphentheorie (Bäume, Matchings, Zusammenhang, Planarität, Färbungen) und Algorithmen (Dijkstra, Kruskal).

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Ausarbeitung von Lösungen zu den Übungsaufgaben sowie aktive Be- teiligung an der Diskussion	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Projekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungs- leistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Discrete Mathematics II A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden verstehen grundlegende Ergebnisse der extremalen Kombinatorik und ihre Anwendungen in Kombinatorik, Geometrie, Informatik und Algorithmik. Sie können verschiedene mathematischen Methoden der Kombinatorik und linearen Optimierung sicher anwenden und auf praktische Probleme anwenden. Sie können sich in ein weiterführendes Thema aus dem Gebiet der diskreten Mathematik anhand der Literatur selbstständig einarbeiten und sich ergänzendes Hintergrundwissen aneignen.
Inhalte: Es wird eine Auswahl aus folgenden Themen behandelt: Extremale Kombinatorik (Hypergraphen, Färbungen, verbotene Teilstrukturen, Regularitätslemma und Anwendungen, Matchingtheorie, Ramseytheorie, Anwendungen), Methoden in der Kombinatorik (probabilistische, algebraische, topologische), Lineare Optimierung (Polytope, Simplexalgorithmus, Dualität, ganzzahlige lineare Optimierung und LP-Relaxation, Anwendungen) und Algorithmen (diskrete, randomisierte, asymptotische Laufzeit, Komplexität).

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Ausarbeitung von Lösungen zu den Übungsaufgaben sowie aktive Beteiligung an der Diskussion	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Projekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Synchronisierung Mathematik
Hochschule/Fachbereiche/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Physik und Mathematik und Informatik/Physik, Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben einen Überblick über die Struktur und Ziele der Mathematik und ihre Arbeitsweisen. Weiterhin wissen die Studierenden um die zentralen Strukturen und Sätze der Linearen Algebra und des Rechnens mit Matrizen und Vektoren. Sie sind in der Lage, algebraische Probleme auf den Rechner abzubilden und mit numerischen Verfahren zu lösen.
Inhalte: Die Studierenden befassen sich auf dem Gebiet der Lineare Algebra mit Arbeitsweise und Zielen der Mathematik, Logik, Mengen und Abbildungen, algebraischen Strukturen, Körpern, reellen und komplexen Zahlen, linearen Abbildungen, linearen Gleichungssystemen, Matrizen, Darstellungen und Basistransformationen, Determinanten, Eigenwerten und Eigenvektoren, Skalarprodukten sowie Orthogonalsystemen. Im Kontext der Computerorientierten Mathematik lernen und üben sie die Verwendung von Rechnern zur Lösung mathematischer Probleme, Zahlendarstellungen, Rundungsfehler, Konditionen, Stabilität, Komplexität und Effizienz. Die Grundlagen zur Benutzung und skriptgesteuerten Programmierung erlernen sie im Themenfeld Computeralgebrasysteme.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V	60
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Vor- und Nachbereitung V	100
Vorlesung	2	-	Präsenzzeit Ü	30
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Vor- und Nachbereitung Ü	30
			Übungsaufgaben	30
			Präsenzzeit V	30
			Vor- und Nachbereitung V	50
			Präsenzzeit Ü	30
			Vor- und Nachbereitung Ü	30
			Übungsaufgaben	30
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

f) Meteorologie

Für die Module „Dynamik der Atmosphäre 1“ (8 LP), „Dynamik der Atmosphäre 2“ (8 LP) und „Synoptische Meteorologie“ (7 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Meteorologie des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen

g) Physik

Modul: Computational Statistical Physics I A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Physik/Physik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Konzepte und Sätze der statistischen Physik sowie Thermodynamik zu benennen und zu beschreiben. Weiterhin sind sie in der Lage, die erworbenen Methodenkenntnisse auf gegebene Probleme zu übertragen und diese zu lösen. Sie haben außerdem die für den Umgang mit der statistischen Physik und Thermodynamik notwendigen Rechenmethoden erlernt und sind in der Lage, diese anzuwenden. Die Studierenden können ihre Methodenkenntnisse und Rechenmethoden im Bereich der statistischen Physik auf komplexe Fragestellungen anwenden und vertiefen und erweitern diese Fähigkeiten.

Inhalte: Die Studierenden befassen sich mit elementarer Statistik und dem Gesetz der großen Zahlen, Gleichgewichts-Ensembles, dem Prinzip der maximalen Entropie, den Hauptsätzen der Thermodynamik, thermodynamischen Potentialen, thermodynamischen Prozessen, Phasenübergängen, idealen Quantengasen und wechselwirkenden Systemen.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: Ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		Mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Computational Statistical Physics II A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Physik/Physik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse über die Konzepte und Sätze der statistischen Physik. Sie können diese benennen, beschreiben und anwenden, die erworbenen Methodenkenntnisse auf gegebene Probleme übertragen und diese lösen. Die Studierenden haben ihre Methodenkenntnisse und Rechenmethoden im Bereich der statistischen Physik erweitert und sind nun in der Lage, diese auf komplexe Fragestellungen anzuwenden. Mit den erlernten Methoden sind Studierende auch in der Lage, mikroskopische physikalische Prozesse und Gesetzmäßigkeiten auf makroskopischer Ebene abzuleiten und zu analysieren. Die Studierenden vertiefen diese Fähigkeiten und wenden sie auf exemplarische Themen an.

Inhalte:

Studierende behandeln eine Auswahl aus den fortgeschrittenen Themen der Statistischen Physik, insbesondere Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik (Entropieproduktion, Onsager-Relationen), Linear-Response- und Fluktuations-Dissipations-Theorem, Stochastische Prozesse (Markov-Prozesse, Mastergleichung, Langevin- und Fokker-Planck-Gleichung), Kinetische Theorie, Phasenübergänge (Landautheorie, Gauss-Fluktuationen, Korrelationsfunktionen, Renormierungsgruppen), Theorie der Flüssigkeiten, Hydrodynamik und Elastizitätslehre, statistische Quantenmechanik, sowie exakt lösbare Modelle.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		Mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Probability Theory I A

Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik

Verantwortung: Dozierende des Moduls

Zugangsvoraussetzungen: keine

Qualifikationsziele:

Die Studierenden sind in der Lage, vom Zufall abhängige Phänomene zu modellieren, und können sicher mit elementaren Begriffen, Erkenntnissen und Schlussweisen der Stochastik umgehen. Dazu zählt auch die Kompetenz im Umgang mit elementaren Verfahren der statistischen Interpretation von Daten und können diese auf praktische Probleme anwenden. Sie können sich in ein exemplarisches Thema aus dem Gebiet der Stochastik anhand der Literatur einarbeiten und ihre Kenntnisse vertiefen.

Inhalte: Behandelt werden die Grundlagen der maßtheoretischen Wahrscheinlichkeitstheorie, Zufallsvariablen, Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen (z.B. Erwartungswert, Varianz, Verteilungsfunktion), bedingte Wahrscheinlichkeiten, Unabhängigkeit, gemeinsame Verteilungen mehrerer Zufallsvariablen und Kenngrößen (z.B. Kovarianz, Korrelation). Darauf aufbauend werden wichtige Grenzwertsätze (Gesetz der großen Zahl, zentraler Grenzwertsatz) bewiesen und einfache Hypothesentests entwickelt. Es werden Grundlagen des Schätzens vermittelt.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben sowie mündliche Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Probability Theory II A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse in der Analyse und Simulation zeitdiskreter stochastischer Prozesse und können damit sicher umgehen. Sie kennen die Konzepte der stochastischen Modellierung und können die mathematische Theorie auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen. Sie können sich in ein weiterführendes Thema aus dem Gebiet der stochastischen Prozesse anhand der Literatur selbstständig einarbeiten und sich ergänzendes Hintergrundwissen aneignen.
Inhalte: Es werden Grundlagen der stochastischen Analysis wie bedingte Erwartung, Filtrationen, Martingale, Stoppzeiten, Konvergenzbegriffe und Stoppsätze vermittelt. Der Einsatz dieser Werkzeuge wird anhand der Analyse von Markov-Ketten und Monte-Carlo-Verfahren demonstriert.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben sowie mündliche Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten). Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Einführung in die Quantenmechanik

Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Physik/Physik

Verantwortung: Dozierende des Moduls

Zugangsvoraussetzungen: keine

Qualifikationsziele:

Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Konzepte und Postulate der Quantenmechanik eines Teilchens zu benennen und zu beschreiben. Sie können die fundamentalen Unterschiede zur klassischen Mechanik und die neue Denkweise in eigene Worte fassen. Sie können beurteilen, in welchen Bereichen die Verwendung der Quantentheorie sinnvoll ist und inwiefern sie die Gültigkeit der klassischen Mechanik einschränkt. Weiterhin sind sie in der Lage, die erworbenen Konzept- und Methodenkenntnisse auf gegebene Probleme zu übertragen und diese zu lösen. Außerdem haben die Studierenden die zur Anwendung der Quantentheorie notwendigen Rechen- und Darstellungsmethoden erlernt und sind in der Lage, diese anzuwenden. Die Studierenden sind darüber hinaus mit einigen bedeutenden Experimenten zur Quantenmechanik und deren inhaltlicher und historischer Bedeutung vertraut.

Inhalte:

Die Studierenden befassen sich mit mathematischen Grundlagen und Formalismus der Quantenmechanik, mit der Schrödinger-Gleichung, eindimensionalen Problemen, dem harmonischen Oszillator, Unschärferelation, Drehimpuls, dem Wasserstoffatom, Potentialstreuung, Dichtematrix, Störungstheorie, sowie grundlegenden Experimenten (z. B. Welle-Teilchen-Dualismus, Beugung und Interferenzeffekte, Schwarzkörperstrahlung, Photoeffekt, Stern-Gerlach-Versuch).

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	5	erfolgreiches Bearbeiten von ausgewählten Übungsaufgaben	Präsenzzeit V	75
			Vor- und Nachbereitung V	60
Übung	2		Präsenzzeit Ü	30
			Vor- und Nachbereitung Ü	30
			schriftliche Übungsaufgaben	105
Modulprüfung		keine		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		300 Stunden	10 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

2. Bereich Scientific Computing

a) Informatik

Für die Beschreibung des Moduls „Complex Algorithms A“ siehe oben unter I. Synchronisierungsbereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. b) Informatik

Modul: Complex Algorithms B
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheiten: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen die gängigen Entwurfstechniken für Algorithmen und können Algorithmen mit ihrer Hilfe entwerfen. Sie können Algorithmen in Bezug auf ihren Laufzeit- und Speicherbedarf analysieren und dabei auch fortgeschrittene Analysemethoden verwenden. Sie verstehen die Theorie der NP-Vollständigkeit. Sie kennen die gängigen Komplexitätsklassen und können einfache Probleme in ihrer Komplexität einordnen. Sie vertiefen diese Fähigkeiten selbstständig in einem ausgewählten Themengebiet der höheren Informatik. Die Studierenden können komplexere Algorithmen auf eines der folgenden Themen anwenden: Verteilte Systeme, Mustererkennung, Datenbanktechnologie oder Künstliche Intelligenz.
Inhalte: Im Modul werden Aspekte der Themen Wege- und Flussprobleme in Graphen, String-Matching, randomisierte Algorithmen und amortisierte Analyse behandelt. Weitere Inhalte sind das „Master-Theorem“ zur Analyse von Teil- und herrsche-Rekursionsgleichungen, NP-Vollständigkeit, Approximationsalgorithmen für schwere Probleme, zahlentheoretische Algorithmen (einschließlich RSA-Kryptosystem), Arithmetische Algorithmen und Schaltkreise sowie schnelle Fourier-Transformation. Diese werden anschließend exemplarisch vertieft bearbeitet. Dabei stehen insbesondere Themen wie verteilte Systeme und Suchverfahren für die Lösung kombinatorischer Aufgaben, Baye'sche Verfahren der Mustererkennung, neuronale Netze und Lernalgorithmen sowie Datenbank-Zugriffstechniken und Anfrageoptimierung zur Verfügung.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	schriftliche Bearbeitung der Übungsblätter, zwei mündliche Präsentationen der Lösung jeweils einer Übungsaufgabe in der Übung	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü Schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für die Beschreibung des Moduls „Computer Science and Data Structures A“ siehe oben unter I. Synchronisierungsbereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. b) Informatik

Modul: Computer Science and Data Structures B
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden analysieren Algorithmen und Datenstrukturen und ihre Implementierungen bezüglich Laufzeit, Speicherbedarf und Korrektheit und beschreiben verschiedene Algorithmen und Datenstrukturen für typische Anwendungen und wenden diese auf konkrete Beispiele an. Sie können passende Algorithmen und Datenstrukturen für gegebene Aufgaben auswählen und passen diese entsprechend an. Sie erklären, identifizieren und verwenden verschiedene Entwurfparadigmen für Algorithmen. Studierende vertiefen diese Fähigkeiten selbstständig in einem ausgewählten Themengebiet der höheren Informatik: Verteilte Systeme, Mustererkennung, Datenbanktechnologie oder Künstliche Intelligenz.

Inhalte:

Studierende lernen das Maschinenmodell, sowie verschiedene algorithmische Probleme kennen. Sie erarbeiten und üben die Berechnung von Laufzeit, Korrektheit und Speicherbedarf dieser Algorithmen und lernen die asymptotische Worst-Case-Analyse kennen. Darüber hinaus diskutieren sie die Rolle des Zufalls im Kontext des Entwurfs von Algorithmen. Sie erlernen und üben Entwurfparadigmen für Algorithmen wie Teile und Herrsche, gierige Algorithmen, Dynamische Programmierung und Erschöpfende Suche. Sie lernen Prioritätswarteschlangen und effiziente Datenstrukturen für geordnete und ungeordnete Wörterbücher (z. B. ausgeglichene Suchbäume, Streuspeicher, Skiplisten) kennen und üben den Umgang mit ihnen. Zudem lernen sie Algorithmen für Zeichenketten (digitale Suchbäume und Suchen in Zeichenketten) und Graphenalgorithmen kennen, diskutieren deren Anwendung und üben den Umgang mit ihnen. Die Inhalte werden anschließend exemplarisch vertieft und die Studierenden bearbeiten hierbei insbesondere Themen wie Verteilte Systeme und Suchverfahren für die Lösung kombinatorischer Aufgaben, Baye'sche Verfahren der Mustererkennung, Neuronale Netze und Lernalgorithmen, sowie Datenbank-Zugriffstechniken und Anfrageoptimierung.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben, Moderation einer Übung oder eines Teils davon	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü	30 120
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für die Beschreibung des Moduls „Computer Science and Fundamentals of Programming A“ siehe oben unter I. Synchronisierungsbereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. b) Informatik

Modul: Computer Science and Fundamentals of Programming B

Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik

Verantwortliche/r:

Dozierende des Moduls gemäß der Zuordnungsliste bei dem*der Studiengangsverantwortlichen

Zugangsvoraussetzungen: keine

Qualifikationsziele:

Die Studierenden erklären verschiedene Programmierparadigmen und stellen diese gegenüber. Sie interpretieren Beschreibungen und Quelltexte zu elementaren Datenstrukturen, charakterisieren deren Funktionsweise, implementieren elementare Algorithmen und Datenstrukturen in verschiedenen Programmierparadigmen und passen diese an unterschiedliche Anforderungen an. Sie diskutieren Vor- und Nachteile verschiedener Lösungen von algorithmischen Problemen. Studierende vertiefen diese Fähigkeiten selbstständig in einem ausgewählten Themengebiet der höheren Informatik: Verteilte Systeme, Mustererkennung, Datenbanktechnologie oder Künstliche Intelligenz.

Inhalte:

Studierende erlernen die Grundlagen des Programmierens und grundlegende Programmierparadigmen wie Imperativ und Funktional. Sie erarbeiten sich Ausdrücke und Datentypen und grundlegende Aspekte Imperativer Programmierung (Zustand, Anweisungen Kontrollstrukturen, Ein-Ausgabe) und üben deren Anwendung. Die Studierenden erarbeiten sich grundlegende Aspekte der Funktionalen Programmierung (Funktionen, Rekursion, Funktionen höherer Ordnung, Currying) und Objektorientierte Konzepte wie Kapselung und Vererbung, Polymorphie, sowie Grundlegende Algorithmische Fragestellungen (z. B. Suchen, Sortieren, Auswählen und Einfache Feld- und Zeigerbasierte Datenstrukturen) und üben deren Implementierung.

Die Inhalte werden anschließend exemplarisch vertieft und die Studierenden bearbeiten hierbei insbesondere Themen wie verteilte Systeme und Suchverfahren für die Lösung kombinatorischer Aufgaben, Baye'sche Verfahren der Mustererkennung, neuronale Netze und Lernalgorithmen sowie Datenbank-Zugriffstechniken und Anfrageoptimierung.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V	60
Übung	2	schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben, Moderation einer Übung oder eines Teils davon	Vor- und Nachbereitung V	80
			Präsenzzeit Ü	30
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Programmierprojekts	Vor- und Nachbereitung Ü	120
			Präsenzzeit S	30
			Vor- und Nachbereitung S	60
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	70
Modulprüfung		mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten); die Klausur kann auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung (90 Minuten) durchgeführt werden.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Fundamentals of Machine Learning A				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben Verständnis für grundlegende Anwendungen, Konzepte und Analysetechniken im Bereich des maschinellen Lernens. Sie verstehen die Datenlage, Algorithmen und Modelle des Maschinellen Lernens. Sie sind in der Lage, zu komplexen Fragestellungen passende Algorithmen des Maschinellen Lernens auszuwählen, sie kennen die Stärken und Schwächen der Verfahren. Sie wissen, welche Ergebnisse aus den jeweiligen Daten abgeleitet werden können und können computergestützte Verfahren im Anwendungsfeld und im jeweiligen wissenschaftlichen Kontext angemessen durchführen und beurteilen. Die Studierenden wenden diese Fähigkeiten auf aktuelle Forschungsthemen an.				
Inhalte: Die Lehrveranstaltung bietet einen Überblick über die wesentlichen Methoden des Maschinellen Lernens und der verwendeten Algorithmen für verschiedene Problemklassen, insbesondere für überwachtes, unüberwachtes Lernen sowie für Reinforcement Learning. Es werden die gängigen Verfahren und Algorithmen für jede der drei Klassen von Lernverfahren behandelt, wobei auch die Durchführung von Experimenten und die Evaluation der Modelle betrachtet wird. Weiter werden fortgeschrittene Aspekte betrachtet, beispielsweise hoch-dimensionale oder nicht-stationäre Probleme, unzureichende Labels oder unbalancierte Klassenverteilung in den Ausgangsdaten.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	Nachbearbeitung der VL-Inhalte und selbstständiges Erarbeiten von ergänzender Literatur.	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 60
Übung	2	schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben.	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü	30 120
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder eines Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 90 60
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die ggf. ganz oder teilweise in der Form des Antwort-Wahl-Verfahrens und auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann. Diese Modulprüfung wird nicht differenziert bewertet.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Fundamentals of Machine Learning B				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Informatik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben Verständnis für grundlegende Anwendungen, Konzepte und Analysetechniken im Bereich des maschinellen Lernens. Sie verstehen die Datenlage, Algorithmen und Modelle des Maschinellen Lernens. Sie sind in der Lage, zu komplexen Fragestellungen passende Algorithmen des Maschinellen Lernens auszuwählen, sie kennen die Stärken und Schwächen der Verfahren. Sie wissen, welche Ergebnisse aus den jeweiligen Daten abgeleitet werden können und können computergestützte Verfahren im Anwendungsfeld und im jeweiligen wissenschaftlichen Kontext angemessen durchführen und beurteilen. Die Studierenden wenden diese Fähigkeiten auf aktuelle Forschungsthemen an.				
Inhalte: Die Lehrveranstaltung bietet einen Überblick über die wesentlichen Methoden des Maschinellen Lernens und der verwendeten Algorithmen für verschiedene Problemklassen, insbesondere für überwachtes, unüberwachtes Lernen sowie für Reinforcement Learning. Es werden die gängigen Verfahren und Algorithmen für jede der drei Klassen von Lernverfahren behandelt, wobei auch die Durchführung von Experimenten und die Evaluation der Modelle betrachtet wird. Weiter werden fortgeschrittene Aspekte betrachtet, wie beispielsweise hoch-dimensionale oder nicht-stationäre Probleme, unzureichende Labels oder unbalancierte Klassenverteilung in den Ausgangsdaten.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	Nachbearbeitung der VL-Inhalte und selbstständiges Erarbeiten von ergänzender Literatur.	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 60
Übung	2	schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben.	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü	30 120
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder eines Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 90 60
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die ggf. ganz oder teilweise in der Form des Antwort-Wahl-Verfahrens und auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann.		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

b) Numerik

Für die Beschreibung des Moduls "Introduction to Numerical Mathematics A" siehe oben unter I. Synchronisierungsbereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. e) Mathematik

Modul: Introduction to Numerical Mathematics B				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen anspruchsvolle, numerische Lösungsverfahren für mathematische Probleme von zentraler Bedeutung. Sie haben ein Gespür für die mathematische Struktur dieser Probleme entwickelt und beherrschen die Auswahl und Entwicklung zuverlässiger und effizienter Lösungsalgorithmen. Die Studierenden können das erlernte Wissen auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen und haben einen Einblick in die mathematische Modellierung solcher Probleme bekommen.				
Inhalte: Gegenstand des Moduls sind Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme, Choleskyzerlegung und QR-Zerlegung, Eigenwertprobleme. Die Studierende erlernen Bestapproximation, Interpolation durch Polynome und Splines, Gauß-Quadratur und adaptive Quadratur sowie Anfangswertprobleme für gewöhnliche Differentialgleichungen und üben deren Anwendung.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü	30 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	schriftliche Übungsaufgaben	60
			Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S	30 60
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für die Beschreibung des Moduls "Numerics of ODEs and numerical linear algebra A" siehe oben unter I. Synchronisierungsbereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. e) Mathematik

Modul: Numerics of ODEs and numerical linear algebra B				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse der numerischen Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen sowie der numerischen linearen Algebra und können sicher damit umgehen. Die Studierenden könne das erlernte Wissen auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen und haben einen Einblick in die mathematische Modellierung solcher Probleme bekommen.				
Inhalte: Den Studierenden werden grundlegende Methoden und Kenntnisse aus den Themenbereichen Anfangswertprobleme für steife Differentialgleichungen (Stabilität und asymptotische Stabilität, von Fixpunkten, Testgleichungen), implizite Runge-Kutta-Verfahren (Vererbungsprinzip, Stabilitätsgebiete, A- und B-Stabilität, Gauß-Verfahren), differentiell-algebraische Gleichungen (Grundbegriffe, Index), Hamiltonsche Systeme (Energieerhaltung, Symplektizität, symplektische Runge-Kutta-Verfahren), iterative Verfahren zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme (Lineare Iterationsverfahren, Vorkonditionierung, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Gradienten) vermittelt.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für die Beschreibung des Moduls "Numerics of partial differential equations A" siehe oben unter I. Synchronisierungsbereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. e) Mathematik

Modul: Numerics of partial differential equations B				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse der numerischen Lösung von partiellen Differenzialgleichungen sowie der numerischen linearen Algebra und können sicher damit umgehen. Die Studierenden können das erlernte Wissen auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen und haben einen Einblick in die mathematische Modellierung solcher Probleme bekommen.				
Inhalte: Die Studierenden erlernen mathematische Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen, Klassifikation (elliptisch, parabolisch, hyperbolisch) und Wohlgestelltheit, klassische Lösungen und finite Differenzen (Maximumprinzip, Konsistenz, Konvergenz), schwache Lösungen und finite Elemente (SobolevRäume, Fehlerabschätzungen, Teilraumkorrektur-Methoden) und parabolische Differentialgleichungen (Linien und Rothe-Methode) und üben diese an Hand von Aufgaben und Projekten.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Discrete Mathematics I B				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Abzählmethoden, verstehen grundlegende diskrete Strukturen und Algorithmen. Sie können sicher mit den erlernten Konzepten und Methoden umgehen und diese auf praktische Probleme anwenden. Sie können sich in ein exemplarisches Thema aus dem Gebiet der diskreten Mathematik anhand der Literatur einarbeiten und ihre Kenntnisse vertiefen.				

Inhalte:

Es wird eine Auswahl aus folgenden Themen vermittelt: Abzählung (Grundlagen, doppelte Abzählung, Schubfachprinzip, Rekursionen, erzeugende Funktionen, Inklusion-Exklusion, Inversion), Diskrete Strukturen (Graphen, Mengensysteme, Designs, Halbordnungen, Matroide), Graphentheorie (Bäume, Matchings, Zusammenhang, Planarität, Färbungen) und Algorithmen (Dijkstra, Kruskal).

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Ausarbeitung von Lösungen zu den Übungsaufgaben sowie aktive Be- teiligung an der Diskussion	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Projekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungs- leistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Discrete Mathematics II B

Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik

Verantwortung: Dozierende des Moduls

Zugangsvoraussetzungen: keine

Qualifikationsziele:

Die Studierenden verstehen grundlegende Ergebnisse der extremalen Kombinatorik und ihre Anwendungen in Kombinatorik, Geometrie, Informatik und Algorithmik. Sie können verschiedene mathematischen Methoden der Kombinatorik und linearen Optimierung sicher anwenden und auf praktische Probleme anwenden. Sie können sich in ein weiterführendes Thema aus dem Gebiet der diskreten Mathematik anhand der Literatur selbstständig einarbeiten und sich ergänzendes Hintergrundwissen aneignen.

Inhalte:

Es wird eine Auswahl aus folgenden Themen behandelt: Extremale Kombinatorik (Hypergraphen, Färbungen, verbotene Teilstrukturen, Regularitätslemma und Anwendungen, Matchingtheorie, Ramseytheorie, Anwendungen), Methoden in der Kombinatorik (probabilistische, algebraische, topologische), Lineare Optimierung (Polytope, Simplexalgorithmus, Dualität, ganzzahlige lineare Optimierung und LP-Relaxation, Anwendungen) und Algorithmen (diskrete, randomisierte, asymptotische Laufzeit, Komplexität).

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
--------------------	---	--------------------------	-----------------------------	--

Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Ausarbeitung von Lösungen zu den Übungsaufgaben sowie aktive Beteiligung an der Diskussion	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Projekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

c) Statistik

Für die Beschreibung des Moduls "Computational Statistical Physics I A" siehe oben unter I. Synchronisierungsbereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. g) Physik

Modul: Computational Statistical Physics I B
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Physik/Physik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Konzepte und Sätze der statistischen Physik sowie Thermodynamik zu benennen und zu beschreiben. Weiterhin sind sie in der Lage, die erworbenen Methodenkenntnisse auf gegebene Probleme zu übertragen und diese zu lösen. Die Studierenden haben außerdem die für den Umgang mit der statistischen Physik und Thermodynamik notwendigen Rechenmethoden erlernt und sind in der Lage, diese anzuwenden. Die Studierenden können ihre Methodenkenntnisse und Rechenmethoden im Bereich der statistischen Physik auf komplexe Fragestellungen anwenden und vertiefen und erweitern diese Fähigkeiten.
Inhalte: Die Studierenden befassen sich mit der Elementaren Statistik und dem Gesetz großer Zahlen, Gleichgewichts-Ensembles, dem Prinzip der maximalen Entropie, Hauptsätzen der Thermodynamik, thermodynamischen Potentialen, thermodynamischen Prozessen, Phasenübergängen, idealen Quantengasen und wechselwirkenden Systemen.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmier- projekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungs- leistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für die Beschreibung des Moduls "Computational Statistical Physics II A" siehe oben unter I. Synchronisierungs-
bereich, 2. Fachliche Angebote, Buchst. g) Physik

Modul: Computational Statistical Physics II B
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Physik/Physik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse über die Konzepte und Sätze der statistischen Physik. Sie können diese benennen, beschreiben und anwenden, die erworbenen Methodenkenntnisse auf gegebene Probleme übertragen und diese lösen. Die Studierenden haben ihre Methodenkenntnisse und Rechenmethoden im Bereich der statistischen Physik erweitert und sind nun in der Lage, diese auf komplexe Fragestellungen anzuwenden. Mit den erlernten Methoden sind Studierende auch in der Lage, mikroskopische physikalische Prozesse/Gesetzmäßigkeiten auf makroskopischer Ebene abzuleiten und zu analysieren. Die Studierenden vertiefen diese Fähigkeiten und wenden sie auf exemplarische Themen an.
Inhalte: Studierende behandeln eine Auswahl aus den fortgeschrittenen Themen der Statistischen Physik, insbesondere Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik (Entropieproduktion, Onsager-Relationen), Linear-Response- und Fluktuations-Dissipations-Theorem, Stochastische Prozesse (Markov-Prozesse, Mastergleichung, Langevin- und Fokker-Planck-Gleichung), Kinetische Theorie, Phasenübergänge (Landautheorie, Gauss-Fluktuationen, Korrelationsfunktionen, Renormierungsgruppen), Theorie der Flüssigkeiten, Hydrodynamik und Elastizitätslehre, Statistische Quantenmechanik, sowie exakt lösbare Modelle.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	erfolgreiches Bearbeiten von Übungsaufgaben	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmier- projekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungs- leistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Probability Theory I B
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind in der Lage, vom Zufall abhängige Phänomene zu modellieren, und können sicher mit elementaren Begriffen, Erkenntnissen und Schlussweisen der Stochastik umgehen. Dazu zählt auch die Kompetenz im Umgang mit elementaren Verfahren der statistischen Interpretation von Daten und können diese auf praktische Probleme anwenden. Sie können sich in ein exemplarisches Thema aus dem Gebiet der Stochastik anhand der Literatur einarbeiten und ihre Kenntnisse vertiefen.
Inhalte: Behandelt werden die Grundlagen der maßtheoretischen Wahrscheinlichkeitstheorie, Zufallsvariablen, Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen (z.B. Erwartungswert, Varianz, Verteilungsfunktion), bedingte Wahrscheinlichkeiten, Unabhängigkeit, gemeinsame Verteilungen mehrerer Zufallsvariablen und Kenngrößen (z.B. Kovarianz, Korrelation). Darauf aufbauend werden wichtige Grenzwertsätze (Gesetz der großen Zahl, zentraler Grenzwertsatz) bewiesen und einfache Hypothesentests entwickelt. Es werden Grundlagen des Schätzens vermittelt.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben sowie mündliche Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmierprojekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Probability Theory II B
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse in der Analyse und Simulation zeitdiskreter stochastischer Prozesse und können damit sicher umgehen. Sie kennen die Konzepte der stochastischen Modellierung und können die mathematische Theorie auf praktische Probleme des wissenschaftlichen Rechnens übertragen. Sie können sich in ein weiterführendes Thema aus dem Gebiet der stochastischen Prozesse anhand der Literatur selbstständig einarbeiten und sich ergänzendes Hintergrundwissen aneignen.
Inhalte: Es werden Grundlagen der stochastischen Analysis wie bedingte Erwartung, Filtrationen, Martingale, Stoppzeiten, Konvergenzbegriffe und Stoppsätze vermittelt. Der Einsatz dieser Werkzeuge wird anhand der Analyse von Markov-Ketten und Monte-Carlo-Verfahren demonstriert.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	4	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	60 80
Übung	2	regelmäßige, schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben sowie mündliche Diskussionsbei- träge	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü schriftliche Übungsaufgaben	30 60 60
Seminar	2	Ausarbeitung und Präsentation eines Themas oder Programmier- projekts	Präsenzzeit S Vor- und Nachbereitung S Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 60 70
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungs- leistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen; Übung und Seminar: ja		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		450 Stunden	15 LP	
Dauer des Moduls		ein oder zwei Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

III. Spezialisierungsbereich

1. Molecular Sciences

a) Angebot A

Modul: Foundations of Molecular Simulation
Hochschule/Fachbereiche/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Physik und Mathematik und Informatik/Physik, Mathematik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine
Qualifikationsziele: Die Studierenden lernen die theoretischen Grundlagen und wesentliche Simulationstechniken für klassische (nicht-quantenmechanische) Vielteilchenmodelle kennen. Sie verstehen die physikalischen Prinzipien und Zusammenhänge von stochastischen Trajektorien und Ensembles. Sie sind in der Lage, für einfache Systeme (z.B. Molekülmodelle, einatomige Flüssigkeiten, Ising-Modelle) geeignete Simulationsdaten zu generieren und daraus Erwartungswerte zu schätzen. Sie können Erlerntes sicher anwenden.

Inhalte:

Es wird eine Einführung in die wesentlichen Konzepte und Algorithmen für die Simulation klassischer Material- und Molekülmodelle vermittelt. Zudem wird die Durchführung solcher Simulationen, von der Präparation des Anfangszustandes bis zur Berechnung von Observablen, beispielhaft am Computer eingeübt. Wichtige Aspekte sind die Theorie, Konstruktion und Konvergenz von Molekulardynamik-Simulation zur Berechnung zeitabhängiger Observablen sowie von Metropolis-Monte-Carlo-Verfahren zur Berechnung stationärer Erwartungswerte. Behandelt werden insbesondere Methoden zur Simulation der thermodynamischen Ensembles; symplektische Integratoren und ihre Diskretisierungsfehler; der Aufbau und die Parametrisierung empirischer Kraftfelder; Algorithmen und Datenstrukturen zur Implementierung periodischer Randbedingungen und einer effizienten Nachbarsuche für kurzreichweitige Paarwechselwirkungen. Es wird ein Ausblick gegeben auf die Problematik langreichweitiger Wechselwirkungen und mögliche Lösungsansätze (Poisson-Gleichung, Ewaldsumme, Teilchen-Gitter-Verfahren). In den Übungen werden diese Themen durch die Bearbeitung typischer Probleme vertieft und zwar analytisch und numerisch, beispielsweise durch Rückgriff auf vorhandene Softwarepakete oder durch die Implementierung in einfachen Simulationscodes.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	2	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	30 30
Übung	2	erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter und mündliche Präsentation der Lösungen.	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 30 30
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		150 Stunden	5 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Modul: Advanced Molecular Simulation

Hochschule/Fachbereiche/Lehreinheit:

Freie Universität Berlin/Physik und Mathematik und Informatik/Physik, Mathematik

Verantwortung: Dozierende des Moduls

Zugangsvoraussetzungen: keine

Qualifikationsziele:

Die Studierenden lernen fortgeschrittene Methoden zur Simulation und Analyse klassischer (nicht-quantenmechanischer) Modelle für molekulare Vielteilchensysteme kennen. Sie sind in der Lage, die vermittelten theoretischen Grundlagen auf Daten wie Korrelationsfunktionen und Zeitreihen anzuwenden und diese in entsprechenden Simulationen selbst zu erzeugen. Sie können Erlerntes sicher anwenden.

Inhalte:

Molekulare Vielteilchensysteme weisen eine komplexe Struktur und Dynamik auf und sind durch das Auftreten vieler Zeit- und Längenskalen gekennzeichnet. Dies erfordert effiziente Verfahren, um Observable für solche Systeme zu berechnen und die erhaltenen Daten zu interpretieren. Die Vorlesung vermittelt eine Auswahl fortgeschrittener Verfahren der physikalischen und chemischen Modellierung molekularer Mehrskalenprobleme aus der Biochemie, der biologischen Physik und der weichen Materie. Mögliche Themen sind unter anderem Solvatisierungsmethoden für Makromoleküle, Sampling-Verfahren für Metastabilität (z.B. Replica-Exchange, Umbrella-Sampling) und die Ankopplung an die hydrodynamische Skala. Für die numerische Analyse werden mathematische Grundlagen und Algorithmen fortgeschrittener Methoden behandelt, beispielsweise Korrelationsfunktionen, Ratentheorie komplexer Prozesse, Coarse-Graining, Principal-Component-Analyse, Markovzustandsmodelle. Die praktischen Fähigkeiten werden in einem Simulationspraktikum vermittelt. Dieses kann als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit stattfinden.

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochen- stunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	2	aktive Teilnahme und Diskussion.	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	30 30
Übung (Block)	2	erfolgreiche Bearbeitung von Simu- lations- und Programmieraufgaben.	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 30 30
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungslei- stung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		150 Stunden	5 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester / Block		
Häufigkeit des Angebots		unregelmäßig		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für das Modul „Advanced Computational Physics“ wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin verwiesen.

b) Angebot B

Für die Module „Dichtefunktionaltheorie“ (5 LP) und „Quantenchemie“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemie des Fachbereichs Biologie, Chemie und Pharmazie der Freien Universität Berlin verwiesen.

c) Angebot C

Modul: Scientific Project A
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik
Verantwortung: Dozierende des Moduls
Zugangsvoraussetzungen: keine

Qualifikationsziele: Die Studierenden können ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im wissenschaftlichen Rechnen in einem aktuellen, nach Möglichkeit industriebezogenen Projekt einsetzen. Sie können im Team arbeiten und über ihre Arbeit geeignet kommunizieren. Sie sind dazu bereit, im Team bei Bedarf Hilfestellungen anzubieten. Sie können einzusetzende Hilfsmittel auswählen und beurteilen und in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: In diesem Modul werden anwendungsorientierte Probleme mit Hilfsmitteln des wissenschaftlichen Rechnens bearbeitet.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Projektseminar	2	Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit PS Vor- und Nachbereitung PS Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 100 20
Modulprüfung		Vortrag (ca. 15 Minuten) mit schriftlicher Ausarbeitung des eigenständigen Projektbeitrags (ca. 5 Seiten)		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		150 Stunden	5 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Scientific Computing		

Modul: Scientific Project E				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden können ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im wissenschaftlichen Rechnen in einem aktuellen, nach Möglichkeit industriebezogenen Projekt, einsetzen. Sie können im Team arbeiten und über ihre Arbeit geeignet kommunizieren. Sie sind dazu bereit, im Team bei Bedarf Hilfestellungen anzubieten, sie können einzusetzende Hilfsmittel auswählen und beurteilen und in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: In diesem Modul werden anwendungsorientierte Probleme mit Hilfsmitteln des wissenschaftlichen Rechnens bearbeitet.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Projektseminar	4	regelmäßige Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit PS	60
			Vor- und Nachbereitung PS	210
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30
Modulprüfung		Vortrag (ca. 30 Minuten) mit schriftlicher Ausarbeitung des eigenständigen Projektbeitrags (ca. 10 Seiten)		
Modulsprache		Englisch		

Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme	Teilnahme wird empfohlen	
Arbeitszeitaufwand insgesamt	300 Stunden	10 LP
Dauer des Moduls	ein Semester	
Häufigkeit des Angebots	mindestens einmal im Studienjahr	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Scientific Computing	

d) Angebot D

Modul: Markov Modeling				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Mathematik und Informatik/Mathematik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden lernen theoretische Grundlagen zur Konformationsdynamik und zur Diskreten Beschreibung von raumkontinuierlichen Markov-Prozessen. Sie können Erlerntes mittels ausgewählter numerischer und rechnergestützter Verfahren sicher anwenden. Sie sind dazu bereit, bei Unklarheiten Fragen zu stellen. Sie können sich an einer Diskussion über wissenschaftliche Fragen beteiligen und sich in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: Die Studierenden befassen sich mit Markov-Ketten, insbesondere der Theorie zu Raum-Zeit-diskreten Markov-Ketten, Irreduzibilität, Ergodizität, Reversibilität und Algorithmen zur Berechnung dieser Eigenschaften. Weiterhin behandeln sie Modell- und Fehlerschätzung, dabei das Maximum-Likelihood-Verfahren zur Schätzung reversibler und nicht reversibler Markov-Ketten, das Bayes-Theorem, Samplingverfahren für reversible und nicht reversibel Modelle, sowie lineare Fehlerfortpflanzung. Im Bereich Simulation und Konvergenz werden Konvergenz von Schätzgrößen und Verbesserung der Konvergenz behandelt, im Bereich Ensemble-Analyse sind Eigenwerte und Eigenvektoren der Übergangsmatrix, Korrelationsfunktionen sowie Messgrößen für molekulare Experimente Themen des Moduls. Weiterhin befassen sich die Studierenden mit den Themen Trajektorien-Analyse und Diskretisierung.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	2	-	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	30 30
Übung	2	erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter und mündliche Präsentation der Lösungen.	Präsenzzeit Ü Vor- und Nachbereitung Ü Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 30 30
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		150 Stunden	5 LP	
Dauer des Moduls		Ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		unregelmäßig		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Computational Sciences		

Für die Module „Quantenchemie Korrelationsmethode“ (5 LP), „Elektronenstrukturmethoden“ (5 LP) und „Quantenreaktionsdynamik“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemie des Fachbereichs Biologie, Chemie und Pharmazie der Freien Universität Berlin verwiesen.

Für das Modul „Quantum Information Theory“ (10 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Physik des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin verwiesen.

Modul: Advances in computational sciences				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden können sich in ein aktuelles Thema anhand von Spezialliteratur selbstständig einarbeiten, es aufbereiten und sich ergänzendes Hintergrundwissen aneignen. Sie können auch ein schwieriges Thema in einem Vortrag verständlich vermitteln. Sie können wesentliche Elemente gegenüber weniger wichtigen Elementen hervorheben und achten bewusst auf den Einsatz geeigneter Medien. Sie sind dazu bereit, bei Unklarheiten Fragen zu stellen, sie können sich an einer Diskussion über wissenschaftliche Fragen beteiligen und sie können in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: Die Studierenden befassen sich mit aktuelle Forschungsthemen.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Seminar	2	regelmäßige Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit S	30
			Vor- und Nachbereitung S	30
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	90
Modulprüfung		Vorstellung eines Forschungsprojekts oder Literaturthemas (ca. 45 Minuten)		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		150 Stunden	5 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		unregelmäßig		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Scientific Computing		

Modul: Selected topics in theoretical computational sciences				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen Grundlagen eines ausgewählten Forschungsgebietes des wissenschaftlichen Rechnens und verstehen die zugehörigen Begriffe. Sie können Erlerntes sicher anwenden. Sie sind dazu bereit, bei Unklarheiten Fragen zu stellen, sie können sich an einer Diskussion über wissenschaftliche Fragen beteiligen und sie können in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: Das Modul gibt eine Einführung in ein ausgewähltes Forschungsgebiet des wissenschaftlichen Rechnens. Zusätzlich werden aktuelle Forschungsfragen berührt				

Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	2	-	Präsenzzeit V	30
Übung	2	erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter und mündliche Präsentation der Lösungen.	Vor- und Nachbereitung V	30
			Präsenzzeit Ü	30
			Vor- und Nachbereitung Ü	30
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Übung: ja, Vorlesung: Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		150 Stunden	5 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		unregelmäßig		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Scientific Computing		

Modul: Selected topics in applied computational sciences				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen Grundlagen eines ausgewählten Gebietes des wissenschaftlichen Rechnens und können Lösungen zu ausgewählten Problemen selbständig erarbeiten. Sie sind dazu bereit, bei Unklarheiten Fragen zu stellen. Sie können sich an einer Diskussion über wissenschaftliche Fragen beteiligen und sie können in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: Das Modul gibt einen Einblick in ein ausgewähltes Gebiet des wissenschaftlichen Rechnens. Zusätzlich werden aktuelle Forschungsfragen und Anwendungsbereiche berührt				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Vorlesung	2	aktive Beteiligung und ggf. Diskussion	Präsenzzeit V Vor- und Nachbereitung V	30 30
Seminar am PC	1	erfolgreiche Durchführung von Computerübungen	Präsenzzeit SPC Vor- und Nachbereitung SPC Prüfungsvorbereitung und Prüfung	15 15 60
Modulprüfung		Klausur (90 Minuten), die auch in Form einer elektronischen Prüfungsleistung durchgeführt werden kann, oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Hausarbeit (ca. 15 Seiten).		

Modulsprache	Englisch	
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme	Teilnahme wird empfohlen	
Arbeitszeitaufwand insgesamt	150 Stunden	5 LP
Dauer des Moduls	ein Semester	
Häufigkeit des Angebots	unregelmäßig	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Scientific Computing	

2. Geosciences

a) Angebot A

Für die Module „MSc-GP002: Physik der Erde I: Physik der Erde“ (6 LP) und „MSc-GP006: Seismik II: Theorie seismischer Wellen“ (6 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Geologische Wissenschaften des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

b) Angebot B

Für die Module „MSc-GP003: Physik der Erde II: Eiszeiten als geodynamisches Werkzeug“ (6 LP), „MSc-GP007: Seismik III: Inversions- und Abbildungsverfahren in der Geophysik“ (6 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Geologische Wissenschaften des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

c) Angebot C

Modul: Scientific Project B				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden können ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im wissenschaftlichen Rechnen in einem aktuellen, nach Möglichkeit industriebezogenen Projekt einsetzen. Sie können im Team arbeiten und über ihre Arbeit geeignet kommunizieren. Sie sind dazu bereit, im Team bei Bedarf Hilfestellungen anzubieten, sie können einzusetzende Hilfsmittel auswählen und beurteilen und in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: In diesem Modul werden anwendungsorientierte Probleme mit Hilfsmitteln des wissenschaftlichen Rechnens bearbeitet.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Projektseminar	2	regelmäßige Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit PS	30
			Vor- und Nachbereitung PS	120
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30
Modulprüfung		Vortrag (ca. 15 Minuten) mit schriftlicher Ausarbeitung des eigenständigen Projektbeitrags (ca. 5 Seiten)		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		

Arbeitszeitaufwand insgesamt	180 Stunden	6 LP
Dauer des Moduls	ein Semester	
Häufigkeit des Angebots	mindestens einmal im Studienjahr	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Scientific Computing	

Modul: Scientific Project C				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierenden können ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im wissenschaftlichen Rechnen in einem aktuellen, nach Möglichkeit industriebezogenen Projekt einsetzen. Sie können im Team arbeiten und über ihre Arbeit geeignet kommunizieren. Sie sind dazu bereit, im Team bei Bedarf Hilfestellungen anzubieten, sie können einzusetzende Hilfsmittel auswählen und beurteilen und in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: In diesem Modul werden anwendungsorientierte Probleme mit Hilfsmitteln des wissenschaftlichen Rechnens bearbeitet.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Projektseminar	2	regelmäßige Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit PS	30
			Vor- und Nachbereitung PS	150
			Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30
Modulprüfung		Vortrag (ca. 15 Minuten) mit schriftlicher Ausarbeitung des eigenständigen Projektbeitrags (ca. 5 Seiten)		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		210 Stunden	7 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Scientific Computing		

d) Angebot D

Für die Module „MSc-GG006: Dynamik der Erde“ (6 LP) und „MSc-GG002: Thermodynamik und Kinetik von geologischen Prozessen“ (6 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Geologische Wissenschaften des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

Für das Modul „Geophysical modelling of planets and moons“ (5 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Planetary Sciences and Space Exploration des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

Für die Beschreibung der Module „Advances in computational sciences“ (5 LP), „Selected topics in theoretical computational sciences“ (5 LP) und „Selected topics in applied computational sciences“ (5 LP) siehe oben unter III. Spezialisierungsbereich, 1. Molecular Sciences, Buchst. d) Angebot D.

3. Atmospheric Sciences

a) Angebot A

Für die Module „Wetter- und Klimadiagnose“ (6 LP), Klimavariabilität und -modelle“ (8 LP), und „Modelle für Wetter und Umwelt“ (8 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Meteorologie des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

b) Angebot B

Für die Beschreibung des Moduls „Scientific Project B“ siehe oben unter III. Spezialisierungsbereich, 2. Geosciences, Buchst. c) Angebot B.

Ergänzungsmodul: Scientific Project D				
Hochschule/Fachbereich/Lehreinheit: Freie Universität Berlin/Biologie, Chemie, Pharmazie/Chemie; Geowissenschaften/Geologische Wissenschaften, Geographische Wissenschaften; Mathematik und Informatik/Mathematik, Informatik; Physik/Physik				
Verantwortung: Dozierende des Moduls				
Zugangsvoraussetzungen: keine				
Qualifikationsziele: Die Studierende können ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im wissenschaftlichen Rechnen in einem aktuellen, nach Möglichkeit industriebezogenen Projekt einsetzen. Sie können im Team arbeiten und über ihre Arbeit geeignet kommunizieren. Sie sind dazu bereit, im Team bei Bedarf Hilfestellungen anzubieten, sie können einzusetzende Hilfsmittel auswählen und beurteilen und in sachlicher Weise Kritik üben.				
Inhalte: In diesem Modul werden anwendungsorientierte Probleme mit Hilfsmitteln des wissenschaftlichen Rechnens bearbeitet.				
Lehr- und Lernform	Präsenzstudium (Semesterwochenstunden = SWS)	Formen aktiver Teilnahme	Arbeitsaufwand (Stunden)	
Projektseminar	4	regelmäßige Diskussionsbeiträge	Präsenzzeit PS Vor- und Nachbereitung PS Prüfungsvorbereitung und Prüfung	60 180 30
Modulprüfung		Vortrag (ca. 20 Minuten) mit schriftlicher Ausarbeitung des eigenständigen Projektbeitrags (ca. 5 Seiten)		
Modulsprache		Englisch		
Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme		Teilnahme wird empfohlen		
Arbeitszeitaufwand insgesamt		270 Stunden	9 LP	
Dauer des Moduls		ein Semester		
Häufigkeit des Angebots		mindestens einmal im Studienjahr		
Verwendbarkeit		Masterstudiengang Scientific Computing		

c) Angebot C

Für die Module „Satellitenmeteorologie“ (8 LP), Theoretische Meteorologie I“ (8 LP) und „Theoretische Meteorologie II“ (8 LP) wird auf die Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Meteorologie des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin verwiesen.

Für die Beschreibung der Module „Advances in computational sciences“ (5 LP), „Selected topics in theoretical computational sciences“ (5 LP) und „Selected topics in applied computational sciences“ (5 LP) siehe oben unter III. Spezialisierungsbereich, 1. Molecular Sciences, Buchst. d) Angebot D.

Anlage 2: Exemplarischer Studienverlaufsplan**Variante A**

1. FS 30 LP	Synchronisierungsbereich Pflichtmodul Computational Sciences 15 LP	Synchronisierungsbereich Wahlmodul/e im Umfang von insgesamt 15 LP
2. FS 30 LP	Bereich Scientific Computing Modul A 15 LP	Bereich Scientific Computing Modul B 15 LP
3. FS 30 LP	Spezialisierungsbereich 30 LP	
4. FS 30 LP	Masterarbeit mit begleitendem Kolloquium 30 LP	

Variante B

1. FS 30 LP	Synchronisierungsbereich Pflichtmodul Computational Sciences 15 LP	Bereich Scientific Computing Modul B 15 LP	Synchronisierungsbereich Wahlmodul/e im Umfang von insgesamt 15 LP
2. FS 30 LP	Bereich Scientific Computing Modul A 15 LP		
3. FS 30 LP	Spezialisierungsbereich 30 LP		
4. FS 30 LP	Masterarbeit mit begleitendem Kolloquium 30 LP		

Anlage 3: Zeugnis (Muster)



Freie Universität Berlin
Fachbereiche Biologie, Chemie, Pharmazie,
Mathematik und Informatik, Geowissenschaften sowie Physik

Zeugnis

[Vorname/Name]

geboren am [Tag/Monat/Jahr] in [Geburtsort]

hat den Masterstudiengang

Computational Sciences

auf der Grundlage der Prüfungsordnung vom 13. Juli 2025 (FU-Mitteilungen Nr. 21/2025) mit der Gesamtnote

[Note als Zahl und Text]

erfolgreich abgeschlossen und die erforderliche Zahl von 120 Leistungspunkten nachgewiesen.

Die Prüfungsleistungen wurden wie folgt bewertet:

Studienbereich(e)	Leistungspunkte	Note
Synchronisierungsbereich	30 (15)	n,n
Bereich Scientific Computing	30 (15)	n,n
Spezialisierungsbereich [XX]	30 (30)	n,n
Masterarbeit [mit Präsentation]	30 (30)	n,n

Die Masterarbeit hatte das Thema: [XX]

Berlin, den [Tag/Monat/Jahr]

(Siegel)

Die*Der Vorsitzende der
Gemeinsamen Kommission

Die*Der Vorsitzende des Prüfungsausschusses

Notenskala: 1,0 – 1,5 sehr gut; 1,6 – 2,5 gut; 2,6 – 3,5 befriedigend; 3,6 – 4,0 ausreichend; 4,1 – 5,0 nicht ausreichend.
Undifferenzierte Bewertungen: BE – bestanden; NB – nicht bestanden. Die Leistungspunkte entsprechen dem European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS). Ein Teil der Leistungen ist unbenotet; die in Klammern gesetzte Leistungspunktzahl benennt den Umfang der mit einer Note differenziert bewerteten Leistungen, die die Gesamtnote beeinflussen.

Anlage 4: Urkunde (Muster)



Freie Universität Berlin
Fachbereiche Biologie, Chemie, Pharmazie,
Mathematik und Informatik, Geowissenschaften sowie Physik

Urkunde

[Vorname/Name]

geboren am [Tag/Monat/Jahr] in [Geburtsort]

hat den Masterstudiengang

Computational Sciences

erfolgreich abgeschlossen.

Gemäß der Prüfungsordnung vom 13. Juli 2025 (FU-Mitteilungen Nr. 21/2025)

wird der Hochschulgrad

Master of Science

verliehen.

Berlin, den [Tag/Monat/Jahr]

(Siegel)

Die*Der Vorsitzende der
Gemeinsamen Kommission

Die*Der Vorsitzende des
Prüfungsausschusses

