



MITTEILUNGSBLATT

Studienjahr 2012/2013 – Ausgegeben am 15.05.2013 – 25. Stück

Sämtliche Funktionsbezeichnungen sind geschlechtsneutral zu verstehen.

C U R R I C U L A

-
- **150. Curriculum für das Masterstudium Computational Science**

Der Senat hat in seiner Sitzung am 25. April 2013 das von der gemäß § 25 Abs. 8 Z. 3 und Abs. 10 des Universitätsgesetzes 2002 eingerichteten entscheidungsbefugten Curricularkommission vom 15. April 2013 beschlossene Curriculum für das Masterstudium Computational Science in der nachfolgenden Fassung genehmigt.

Rechtsgrundlagen sind das Universitätsgesetz 2002 und der studienrechtliche Teil der Satzung der Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung.

§ 1 Studienziele und Qualifikationsprofil

(1) Das Ziel des Masterstudiums Computational Science an der Universität Wien ist es, fächerübergreifende Kenntnisse in den computerorientierten Teilgebieten der Fächer Mathematik, Informatik, Astronomie, Physik, Chemie und Biologie zu erwerben. Darauf aufbauend ist eine Schwerpunktsetzung in einem der sechs Fächer möglich.

(2) Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Computational Science an der Universität Wien erwerben zwar zu Beginn das theoretische Rüstzeug in den einzelnen Fächern, aber das Ausbildungsziel ist ein interdisziplinäres: Ausgehend von einer fachspezifischen Fragestellung soll durch den Einsatz entsprechender naturwissenschaftlicher und mathematisch-informatischer Werkzeuge das vorliegende, fachspezifische Problem in einen Computeralgorithmus übersetzt werden. Diese methodische Vorgangsweise ermöglicht es, durch entsprechende „Computerexperimente“ die Komplexität moderner Fragestellungen in all ihren Teilaspekten zu analysieren und den Einfluss der Systemparameter auf die Ergebnisse umfassend darzustellen. Dadurch wird ein Ausbildungszustand erreicht, welcher über die Expertise eines Teams von Spezialisten hinausgeht. Von den Absolventen werden gleichzeitig solide Grundkenntnisse in den einzelnen Fächern sowie die Beherrschung der theoretischen Grundlagen und deren Übersetzung in den computersprachlichen Kontext gefordert. Dadurch erfährt die im Bachelorstudium erworbene fachspezifische Kompetenz eine Verbreiterung, welche der heutzutage immer öfter geforderten Interdisziplinarität Rechnung trägt und deshalb einen entsprechenden beruflichen Vorteil bietet.

(3) „Computational Science“ ist ein Gebiet, in dem bestimmte englische Fachausdrücke sehr genaue Bezeichnungen sind, welche sich aber schwer in die deutsche Sprache übertragen lassen. Allein schon das Wort „Computational“ ist ein solches. Im Sinne der Klarheit werden daher im Folgenden derartige Fachausdrücke gemeinsam mit deutschen Begriffen verwendet. Die Titel der Lehrveranstaltungen sind einheitlich in Englisch. Dadurch scheint die deutsche Bezeichnung für Informatik als „Computer Science“ auf. Dieser Fachausdruck bleibt aber auf die Titel der Lehrveranstaltungen beschränkt, damit es nicht zu Verwechslungen mit dem Namen des gesamten Studiums kommt.

§ 2 Dauer und Umfang

(1) Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium Computational Science beträgt 120 ECTS-Punkte. Das entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von vier Semestern.

(2) Das Studium ist abgeschlossen, wenn 90 ECTS-Punkte gemäß den Bestimmungen in den Pflichtmodulen, Alternativen Pflichtmodulen bzw. Wahlmodulen, 27 ECTS-Punkte gemäß den Bestimmungen über die Masterarbeit und 3 ECTS-Punkte gemäß den Bestimmungen über die Masterprüfung positiv absolviert wurden.

§ 3 Zulassungsvoraussetzungen

Die Zulassung zum Masterstudium Computational Science setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines fachlich in Frage kommenden Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls die Bachelorstudien Mathematik, Informatik, Astronomie, Erdwissenschaften, Physik, Chemie und Biologie an der Universität Wien.

Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist, und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die im Verlauf des Masterstudiums zu absolvieren sind.

§ 4 Akademischer Grad

Absolventinnen bzw. Absolventen des Masterstudiums Computational Science ist der akademische Grad „*Master of Science*“ – abgekürzt *MSc* – zu verleihen. Im Falle der Führung ist dieser akademische Grad dem Namen nachzustellen.

§ 5 Aufbau – Module mit ECTS-Punktezuweisung

(1) Überblick

Das Studium gliedert sich in vier Teile: Das CORE-Programm (42 ECTS), das SHELL-Programm (48 ECTS), die Masterarbeit (27 ECTS) und die Masterprüfung (3 ECTS).

Das SHELL-Programm besteht aus einem Schwerpunktsmodul (24 ECTS) und einem Ergänzungsmodul (24 ECTS). Im Gegensatz zum CORE-Programm, dessen LVA neu geschaffen werden, werden die LVA des SHELL-Programms aus den Computerorientierten LVA der sechs Fächer Mathematik, Informatik, Astronomie, Physik, Chemie und Biologie abgedeckt. Diese können durch nicht absolvierte LVA und Module des CORE-Programms ergänzt werden.

Je nach Vorbildung sind unterschiedliche Module bzw. Modulgruppen zu absolvieren:

a) Für AbsolventInnen eines Naturwissenschaftlichen Bachelorstudiums:

- Aus dem CORE-Programm sind folgende Module bzw. Modulgruppen zu absolvieren:

PM-CCNW1	<i>Pflichtmodul</i> <i>Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 1</i>	12 ECTS
CO-AST1	Computational Concepts in Astronomy and Geosciences I, VO	3
CO-PHY1	Computational Concepts in Physics I, VO	3
CO-CHE1	Computational Concepts in Chemistry I, VO	3
CO-BIO1	Computational Concepts in Biology I, VO	3

Für AbsolventInnen eines Naturwissenschaftlichen Bachelorstudiums ist aus den Alternativen Pflichtmodulgruppen 2a, 2b und 2c (APMG) die Alternative Pflichtmodulgruppe 2a zu wählen:

APMG 2a	<i>Basic Courses in Mathematics and Computer Science</i>	18 ECTS
CO-MAT1	Introductory Courses in Mathematics I	6
CO-MAT2	Introductory Courses in Mathematics II	6
CO-INF1	Introductory Courses in Computer Science	6

APMG 2b	<i>Advanced Courses in Mathematics and Computer Science</i>	18 ECTS
CO-MAT3	Advanced Courses in Mathematics	6
CO-INF2	Advanced Courses in Computer Science I	6
CO-INF3	Advanced Courses in Computer Science II	6

APMG 2c	<i>Basic and Advanced Courses in Mathematics</i>	18 ECTS
CO-MAT1	Introductory Courses in Mathematics I	6
CO-MAT2	Introductory Courses in Mathematics II	6
CO-MAT3	Advanced Courses in Mathematics	6

AbsolventInnen eines Naturwissenschaftlichen Bachelorstudiums wählen überdies Module im Gesamtausmaß von 12 ECTS-Punkten aus einer Wahlmodulgruppe:

WMG MAT-INF- CCNW2	<i>Wahlmodulgruppe</i> Mathematik, Informatik, Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 2	12 ECTS
CO-MAT3	Advanced Courses in Mathematics	6
CO-INF2	Advanced Courses in Computer Science I	6
CO-INF3	Advanced Courses in Computer Science II	6
CO-AST2	Computational Concepts in Astronomy and Geosciences II	3
CO-PHY2	Computational Concepts in Physics II	3
CO-CHE2	Computational Concepts in Chemistry II	3
CO-BIO2	Computational Concepts in Biology II	3

- Aus dem SHELL-Programm sind folgende Module zu absolvieren:

Pflichtmodul Shell-Schwerpunkt (24 ECTS):

- Schwerpunktsfach Mathematik
- Schwerpunktsfach Informatik
- Schwerpunktsfach Astronomie
- Schwerpunktsfach Physik
- Schwerpunktsfach Chemie
- Schwerpunktsfach Biologie

Pflichtmodul Shell-Ergänzung (24 ECTS):

Dieser Modul muss LVA aus mindestens drei der oben genannten sechs Fächer umfassen, welche nicht mit dem Schwerpunktsfach identisch sein dürfen.

- Überdies zu absolvieren sind:

Masterarbeit (27 ECTS) Defensio (3 ECTS)

b) Für AbsolventInnen des Bachelorstudiums Mathematik:

- Aus dem CORE-Programm sind folgende Module bzw. Modulgruppen zu absolvieren:

PM-CCNW1	<i>Pflichtmodul</i> <i>Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 1</i>	12 ECTS
CO-AST1	Computational Concepts in Astronomy and Geosciences I, VO	3
CO-PHY1	Computational Concepts in Physics I, VO	3
CO-CHE1	Computational Concepts in Chemistry I, VO	3
CO-BIO1	Computational Concepts in Biology I, VO	3

Für AbsolventInnen des Bachelorstudiums Mathematik ist aus den Alternativen Pflichtmodulgruppen 2a, 2b und 2c (APMG) die Alternative Pflichtmodulgruppe 2b zu wählen:

APMG 2a	<i>Basic Courses in Mathematics and Computer Science</i>	18 ECTS
CO-MAT1	Introductory Courses in Mathematics I	6
CO-MAT2	Introductory Courses in Mathematics II	6
CO-INF1	Introductory Courses in Computer Science	6

APMG 2b	<i>Advanced Courses in Mathematics and Computer Science</i>	18 ECTS
CO-MAT3	Advanced Courses in Mathematics	6
CO-INF2	Advanced Courses in Computer Science I	6
CO-INF3	Advanced Courses in Computer Science II	6

APMG 2c	<i>Basic and Advanced Courses in Mathematics</i>	18 ECTS
CO-MAT1	Introductory Courses in Mathematics I	6
CO-MAT2	Introductory Courses in Mathematics II	6
CO-MAT3	Advanced Courses in Mathematics	6

AbsolventInnen des Bachelorstudiums Mathematik haben überdies eine Pflichtmodulgruppe im Gesamtausmaß von 12 ECTS-Punkten zu absolvieren:

PMG-CCNW2	<i>Pflichtmodulgruppe</i> <i>Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 2</i>	12 ECTS
------------------	--	----------------

CO-AST2	Computational Concepts in Astronomy and Geosciences II	3
CO-PHY2	Computational Concepts in Physics II	3
CO-CHE2	Computational Concepts in Chemistry II	3
CO-BIO2	Computational Concepts in Biology II	3

- Aus dem SHELL-Programm sind folgende Module zu absolvieren:

Pflichtmodul Shell-Schwerpunkt (24 ECTS):		
	- Schwerpunktsfach Mathematik - Schwerpunktsfach Informatik - Schwerpunktsfach Astronomie - Schwerpunktsfach Physik - Schwerpunktsfach Chemie - Schwerpunktsfach Biologie	
Pflichtmodul Shell-Ergänzung (24 ECTS): Dieser Modul muss LVA aus mindestens drei der oben genannten sechs Fächer umfassen, welche nicht mit dem Schwerpunktsfach identisch sein dürfen.		

- Überdies zu absolvieren sind:

Masterarbeit (27 ECTS) Defensio (3 ECTS)

c) Für AbsolventInnen des Bachelorstudiums Informatik:

- Aus dem CORE-Programm sind folgende Module bzw. Modulgruppen zu absolvieren:

PM-CCNW1	<i>Pflichtmodul</i> <i>Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 1</i>	12 ECTS
CO-AST1	Computational Concepts in Astronomy and Geosciences I, VO	3
CO-PHY1	Computational Concepts in Physics I, VO	3
CO-CHE1	Computational Concepts in Chemistry I, VO	3
CO-BIO1	Computational Concepts in Biology I, VO	3

Für AbsolventInnen des Bachelorstudiums Informatik ist aus den Alternativen Pflichtmodulgruppen 2a, 2b und 2c (APMG) die Alternative Pflichtmodulgruppe 2c zu wählen:

APMG 2a	<i>Basic Courses in Mathematics and Computer Science</i>	18 ECTS
CO-MAT1	Introductory Courses in Mathematics I	6
CO-MAT2	Introductory Courses in Mathematics II	6
CO-INF1	Introductory Courses in Computer Science	6

APMG 2b	<i>Advanced Courses in Mathematics and Computer Science</i>	18 ECTS
CO-MAT3	Advanced Courses in Mathematics	6
CO-INF2	Advanced Courses in Computer Science I	6
CO-INF3	Advanced Courses in Computer Science II	6

APMG 2c	<i>Basic and Advanced Courses in Mathematics</i>	18 ECTS
CO-MAT1	Introductory Courses in Mathematics I	6
CO-MAT2	Introductory Courses in Mathematics II	6
CO-MAT3	Advanced Courses in Mathematics	6

AbsolventInnen des Bachelorstudiums Informatik haben überdies eine Pflichtmodulgruppe im Gesamtausmaß von 12 ECTS-Punkten zu absolvieren:

PMG-CCNW2	<i>Pflichtmodulgruppe</i> <i>Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 2</i>	12 ECTS
CO-AST2	Computational Concepts in Astronomy and Geosciences II	3
CO-PHY2	Computational Concepts in Physics II	3
CO-CHE2	Computational Concepts in Chemistry II	3
CO-BIO2	Computational Concepts in Biology II	3

- Aus dem SHELL-Programm sind folgende Module zu absolvieren:

Pflichtmodul Shell-Schwerpunkt (24 ECTS):	
- Schwerpunktsfach Mathematik - Schwerpunktsfach Informatik - Schwerpunktsfach Astronomie - Schwerpunktsfach Physik - Schwerpunktsfach Chemie - Schwerpunktsfach Biologie	
Pflichtmodul Shell-Ergänzung (24 ECTS): Dieser Modul muss LVA aus mindestens drei der oben genannten sechs Fächer umfassen, welche nicht mit dem Schwerpunktsfach identisch sein dürfen.	

- Überdies zu absolvieren sind:

Masterarbeit (27 ECTS)
Defensio (3 ECTS)

(2) Modulbeschreibungen

PM-CCNW 1	Pflichtmodul Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 1	12 ECTS
Teilnahmevoraussetzung	Keine	
Modulziele	Vermittlung grundlegender computerorientierter Konzepte in den naturwissenschaftlichen Disziplinen Astronomie, Physik, Chemie und	

	Biologie.
Modulstruktur	VO Computational Concepts in Astronomy and Geosciences I (CO-AST1), 3 ECTS, 2 SSt (npi) VO Computational Concepts in Physics I (CO-PHY1), 3 ECTS, 2 SSt (npi) VO Computational Concepts in Chemistry I (CO-CHE1), 3 ECTS, 2 SSt (npi) VO Computational Concepts in Biology I (CO-BIO1), 3 ECTS, 2 SSt (npi)
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 12 ECTS

<i>CO-MAT1</i>	Introductory Courses in Mathematics I	6 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	keine	
Modulziele	Vermittlung grundlegender Kenntnisse der numerischen Mathematik und Statistik, wie sie in der Modellierung naturwissenschaftlicher Probleme und deren computerunterstützter Lösung benötigt werden. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.	
Modulstruktur	VO Numerische Methoden I, 4 ECTS, 3 SSt (npi) UE Übungen zu Numerische Methoden I, 2 ECTS, 1 SSt (pi)	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 6 ECTS	

<i>CO-MAT2</i>	Introductory Courses in Mathematics II	6 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	keine	
Modulziele	Vermittlung weiterführender Kenntnisse der numerischen Mathematik und Statistik, wie sie in der Modellierung naturwissenschaftlicher Probleme und deren computerunterstützter Lösung benötigt werden. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.	
Modulstruktur	VO Numerische Methoden II, 4 ECTS, 3 SSt (npi), UE Übungen zu Numerische Methoden II, 2 ECTS, 1 SSt (pi)	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 6 ECTS	

<i>CO-INF1</i>	Introductory Courses in Computer Science	6 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	keine	

Modulziele	Einführen ins Programmieren, Theorie der Programmiersprache, software engineering und software architecture. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.
Modulstruktur	VO Programming Languages and Software Engineering, 3ECTS, 2 SSt (npi) UE Uebungen zu Programming Languages and Software Engineering, 3 ECTS, 2 SSt (pi)
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 6 ECTS

<i>CO-AST2</i>	Computational Concepts in Astronomy and Geosciences II	3 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	Keine	
Optional: Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-AST1</i>	
Modulziele	Vermittlung fortgeschrittener Kenntnisse im Bereich astrophysikalischer Simulationen Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.	
Modulstruktur	VO Computational Concepts in Astronomy and Geosciences II, 3 ECTS, 2 SSt (npi)	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 3 ECTS	

<i>CO-PHY2</i>	Computational Concepts in Physics II	3 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	Keine	
Optional: Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-PHY1</i>	
Modulziele	Einführung in die Probleme der Computational Physics, im Besonderen der Thermodynamik und statistischen Mechanik. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.	
Modulstruktur	VO Computational Concepts in Physics II, 3 ECTS, 2 SSt (npi)	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 3 ECTS	

<i>CO-CHE2</i>	Computational Concepts in Chemistry II	3 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	Keine	
Optional:	<i>CO-CHE1</i>	

Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	
Modulziele	Vermittlung von Kenntnissen zur Berechnung von Molekülen auf dem coarse-grained und discrete Level Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.
Modulstruktur	VO Computational Concepts in Chemistry II, 3 ECTS, 2 SSt (npi)
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 3 ECTS

<i>CO-BIO2</i>	Computational Concepts in Biology II	3 ECTS
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Optional: Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-BIO1</i>	
Modulziele	Vermittlung von Kenntnissen im Bereich Functional Genomics, biologischer Netzwerke sowie von Organismen und Ökosystemen. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.	
Modulstruktur	VO Computational Concepts in Biology II, 3 ECTS, 2 SSt (npi)	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 3 ECTS	

<i>CO-MAT3</i>	Advanced Courses in Mathematics	6 ECTS
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Vermittlung fortgeschrittener Kenntnisse der numerischen Mathematik, wie sie in der Modellierung naturwissenschaftlicher Probleme und deren computerunterstützter Lösung benötigt werden. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.	
Modulstruktur	VO Numerische Methoden III – Optimierung, 3 ECTS, 2 SSt (npi) VO Numerische Methoden IV - Partielle Differentialgleichungen, 3 ECTS), 2 SSt (npi)	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 6 ECTS	

<i>CO-INF2</i>	Advanced Courses in Computer Science I	6 ECTS
----------------	---	---------------

Teilnahme-voraussetzung	Keine
Optional: Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-INF1</i>
Modulziele	Vermittlung grundlegender Kenntnisse in der Organisation logischer Daten, Modellierung von Konzepten, Management von Datenströmen, Machine Learning und Datenvisualisierung. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.
Modulstruktur	VO Databases and Processing of Large Data Sets, 3 ECTS, 2 SSt (npi) UE Übungen zu Databases and Processing of Large Data Sets, 3 ECTS, 2 SSt (pi)
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 6 ECTS

<i>CO-INF3</i>	Advanced Courses in Computer Science II	6 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	Keine	
Optional: Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-INF1</i>	
Modulziele	Einführung in die Computerarchitektur und das Hochleistungsrechnen. Analyse und Design von Algorithmen. Weitere nähere Ausführungen zu den Inhalten befinden sich im Anhang III.	
Modulstruktur	VU Computer Architecture and High Performance Computing, 3 ECTS, 2 SSt (pi) VU Algorithms and Data Structures, 3 ECTS, 2 SSt (pi)	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 6 ECTS	

PM S-SP	Pflichtmodul Shell-Schwerpunkt	24 ECTS-Punkte
Teilnahme-voraussetzung	Keine	
Modulziele	Studierende vertiefen ihre Kenntnisse in einem der folgenden sechs Schwerpunkte: Schwerpunktsfach Mathematik Schwerpunktsfach Informatik Schwerpunktsfach Astronomie Schwerpunktsfach Physik Schwerpunktsfach Chemie Schwerpunktsfach Biologie	

Modulstruktur	Zu wählen sind Lehrveranstaltungen, die eine Schwerpunktsetzung des/der Studierenden in einem der sechs Fächer Mathematik, Informatik, Astronomie, Physik, Chemie und Biologie ermöglichen. Überdies dürfen keine Lehrveranstaltungen gewählt werden, die schon im vorangegangenen Bachelorstudium absolviert wurden. Die individuelle Modul-Zusammenstellung des/der Studierenden ist dem studienrechtlich zuständigen Organ vorzulegen und muss durch dieses vorab genehmigt werden. Die Lehrveranstaltungen sind aus der im Anhang II beispielhaft angeführten Liste auszuwählen. Die aktuell für dieses Modul in Frage kommenden Lehrveranstaltungen werden im Vorlesungsverzeichnis angegeben. Je nach (genehmigter) Wahl des/der Studierenden, nicht-prüfungsimmanente oder prüfungsimmanente Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 24 ECTS.
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 24 ECTS.

PM S-E	Pflichtmodul Shell-Ergänzung	24 ECTS-Punkte
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden können ihre Fähigkeiten in folgenden sechs Fächern ergänzend zum Schwerpunktsfach vertiefen: Mathematik Informatik Astronomie Physik Chemie Biologie	
Modulstruktur	Zu wählen sind Lehrveranstaltungen im Ausmaß von jeweils 6-10 ECTS, die mindestens drei der oben genannten Fächer, welche nicht mit dem in Modul PM S-SP gewählten Schwerpunktsfach identisch sein dürfen, abdecken. Überdies dürfen keine Lehrveranstaltungen gewählt werden, die schon im vorangegangenen Bachelorstudium absolviert wurden. Die individuelle Modul-Zusammenstellung des/der Studierenden ist dem studienrechtlich zuständigen Organ vorzulegen und muss durch dieses vorab genehmigt werden. Die Lehrveranstaltungen sind aus der im Anhang II beispielhaft angeführten Liste auszuwählen. Die aktuell für dieses Modul in Frage kommenden Lehrveranstaltungen werden im Vorlesungsverzeichnis angegeben. Je nach (genehmigter) Wahl des/der Studierenden, nicht-prüfungsimmanente oder prüfungsimmanente Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 24 ECTS.	
Leistungsnachweis	Positiver Abschluss aller Lehrveranstaltungen im Gesamtausmaß von 24 ECTS.	

§ 6 Masterarbeit

(1) Die Masterarbeit dient dem Nachweis der Befähigung, wissenschaftliche Themen selbständig sowie inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Die Aufgabenstellung der Masterarbeit ist so zu wählen, dass für die Studierende oder den Studierenden die Bearbeitung innerhalb von sechs Monaten möglich und zumutbar ist.

(2) Das Thema der Masterarbeit ist aus einem der Pflicht- bzw. Alternativen Pflichtmodule zu entnehmen. Soll ein anderer Gegenstand gewählt werden oder bestehen bezüglich der Zuordnung des gewählten Themas Unklarheiten, liegt die Entscheidung über die Zulässigkeit beim studienrechtlich zuständigen Organ.

(3) Die Masterarbeit hat einen Umfang von 27 ECTS-Punkten.

§ 7 Masterprüfung – Voraussetzung

(1) Voraussetzung für die Zulassung zur Masterprüfung ist die positive Absolvierung aller vorgeschriebenen Module und Prüfungen sowie die positive Beurteilung der Masterarbeit.

(2) Die Masterprüfung ist eine kommissionelle Gesamtprüfung in Form einer Defensio: Diese besteht aus der Verteidigung und Befragung des wissenschaftlichen Umfelds der Masterarbeit. Von der Prüfungskommission wird eine numerische Endnote vergeben.

(3) Die Masterprüfung hat einen Umfang von 3 ECTS-Punkten.

§ 8 Einteilung der Lehrveranstaltungen

(1) Im Rahmen des Studiums werden folgende nicht-prüfungsimmanente (npi) Lehrveranstaltungen abgehalten:

Vorlesung (VO), np: Vorlesungen dienen der Darstellung von Themen, Gegenständen und Methoden des Studiums Computational Science. Die Vorlesung wird mit einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung abgeschlossen.

(2) Folgende prüfungsimmanente (pi) Lehrveranstaltungen werden angeboten:

Übung (UE), pi: Sie dienen der Lösung konkreter Aufgaben und vertiefen so das in den Vorlesungen erworbene Wissen. Eine Beurteilung erfolgt durch aktive Mitarbeit, und – wenn verlangt – ein Referat und/oder die Anfertigung einer schriftlichen Arbeit.

Vorlesung verbunden mit Übung (VU), pi: Diese bestehen aus Vorträgen eines/einer Lehrenden oder mehrerer Lehrender sowie aus in der Lehrveranstaltung durchgeführten Übungen oder Referaten von Seiten der Studierenden. Eine Beurteilung erfolgt durch Bewertung der aktiven Mitarbeit, und –wenn verlangt – durch ein Prüfungsgespräch, ein Referat und/oder die Anfertigung einer schriftlichen Arbeit.

§ 9 Teilnahmebeschränkungen

(1) Für die genannten Lehrveranstaltungen gelten folgende generelle Teilnahmebeschränkungen:

Übung: 25 TeilnehmerInnen

Vorlesung verbunden mit Übung: 25 TeilnehmerInnen

(2) Wenn bei Lehrveranstaltungen mit beschränkter Teilnehmerinnen- und Teilnehmerzahl die Zahl der Anmeldungen die Zahl der vorhandenen Plätze übersteigt, erfolgt die Aufnahme nach dem vom studienrechtlich zuständigen Organ festgelegten Anmeldeverfahren. Das

Verfahren ist vom studienrechtlich zuständigen Organ im Mitteilungsblatt der Universität Wien rechtzeitig kundzumachen.

(3) Die Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleiter sind berechtigt, im Einvernehmen mit dem studienrechtlich zuständigen Organ für bestimmte Lehrveranstaltungen Ausnahmen zuzulassen. Auch das studienrechtlich zuständige Organ kann nach Anhörung der Lehrenden Ausnahmen ermöglichen.

§ 10 Prüfungsordnung

(1) Leistungsnachweis in Lehrveranstaltungen

Die Leiterin oder der Leiter einer Lehrveranstaltung hat die Ziele, die Inhalte und die Art der Leistungskontrolle gemäß der Satzung der Universität Wien bekannt zu geben.

(2) Prüfungsstoff

Der für die Vorbereitung und Abhaltung von Prüfungen maßgebliche Prüfungsstoff hat vom Umfang her dem vorgegebenen ECTS-Punkteausmaß zu entsprechen. Dies gilt auch für Modulprüfungen.

(3) Verbot der Doppelanerkennung

Lehrveranstaltungen und Prüfungen, die bereits für das als Zulassungsvoraussetzung geltende dreijährige Bachelorstudium absolviert wurden, können im Masterstudium nicht nochmals anerkannt werden.

(4) Erbrachte Prüfungsleistungen sind mit dem angekündigten ECTS-Wert dem entsprechenden Modul zuzuordnen, eine Aufteilung auf mehrere Leistungsnachweise ist unzulässig.

§ 11 Inkrafttreten

Dieses Curriculum tritt nach der Kundmachung im Mitteilungsblatt der Universität Wien mit 1. Oktober 2013 in Kraft.

Im Namen des Senats:
Der Vorsitzende der Curricularkommission:
Newerkla

Anhang

Grafische Übersicht

CORE 42 ECTS	SHELL - 48 ECTS	Masterarbeit (27 ECTS) Prüfung (3 ECTS)
	1 Schwerpunkt 24 ECTS	
	3 Ergänzungen (je 6-10 ECTS) insgesamt 24 ECTS	

CORE Programm

CCNW 1		CCNW 2	
CO-AST 1	3 ECTS	für BSc Informatik und Mathematik	
CO-PHY 1	3 ECTS	alle:	

CO-CHE 1	3 ECTS
CO-BIO 1	3 ECTS

CO-AST 2	3 ECTS
CO-PHY 2	3 ECTS
CO-CHE 2	3 ECTS
CO-BIO 2	3 ECTS

18 ECTS - je nach Vorstudium

APMG 2a für BSc Naturwissenschaften	
CO-MAT 1	6 ECTS
CO-MAT 2	6 ECTS
CO-INF 1	6 ECTS

oder

APMG 2b für BSc Mathematik	
CO-MAT 3	6 ECTS
CO-INF 2	6 ECTS
CO-INF 3	6 ECTS

oder

APMG 2c für BSc Informatik	
CO-MAT 1	6 ECTS
CO-MAT 2	6 ECTS
CO-MAT 3	6 ECTS

oder

MAT-INF-CCNW 2 für BSc der Naturwissenschaften	
zur Wahl:	
CO-MAT 3	6 ECTS
CO-INF 2	6 ECTS
CO-INF 3	6 ECTS
CO-PHY 2	3 ECTS
CO-CHE 2	3 ECTS
CO-BIO 2	3 ECTS
CO-AST 2	3 ECTS

I) Empfohlener Pfad durch das Studium:

1 Das Studium gliedert sich in drei Teile:

1. Das CORE-Programm, welches 60 ECTS anbietet, wovon mindestens 42 absolviert werden müssen. Die entsprechenden LVAs sind alle neu zu schaffen:

- CO-AST1 (3 ECTS) Computational Concepts in Astronomy and Geosciences, Part 1
- CO-PHY1 (3 ECTS) Computational Concepts in Physics, Part 1
- CO-CHE1 (3 ECTS) Computational Concepts in Chemistry, Part 1
- CO-BIO1 (3 ECTS) Computational Concepts in Biology, Part 1
- CO-MAT1 (6 ECTS) Introductory Courses in Mathematics I
- CO-MAT2 (6 ECTS) Introductory Courses in Mathematics II
- CO-INF1 (6 ECTS) Introductory Courses in Computer Science
- -----
- CO-AST2 (3 ECTS) Computational Concepts in Astronomy and Geosciences, Part 2
- CO-PHY2 (3 ECTS) Computational Concepts in Physics, Part 2

- CO-CHE2 (3 ECTS) Computational Concepts in Chemistry, Part 2
- CO-BIO1 (3 ECTS) Computational Concepts in Biology, Part 1
- CO-MAT3 (6 ECTS) Advanced Courses in Mathematics
- CO-INF2 (6 ECTS) Advanced Courses in Computer Science I
- CO-INF3 (6 ECTS) Advanced Courses in Computer Science II

2. Das SHELL-Programm (48 ECTS) setzt sich aus den sechs Fächern

- Mathematik (MAT)
- Informatik (INF)
- Astronomie (AST)
- Physik (PHY)
- Chemie (CHE)
- Biologie (BIO)

zusammen. Es wird aus bestehenden LVAs dieser sechs Fächer zusammengestellt und ist somit aufkommensneutral. Dazu kommen noch nicht absolvierte LVAs aus dem CORE-Programm. Es gliedert sich in ein Schwerpunktsfach mit 24 ECTS und mindestens drei andere Fächer im Ausmaß von 6-10 ECTS damit insgesamt 48 ECTS entstehen.

3. Die Masterarbeit, welche sich aus der eigentlichen Arbeit (27 ECTS) und einem Vortrag (Defensio, 3 ECTS) zusammensetzt.

Aufgrund der verschiedenen Vorkenntnisse wird das Studium in drei Varianten für Mathematiker, Informatiker bzw. Naturwissenschaftler geführt. Den Verlauf des Studiums mit 120 ECTS ersieht man am besten aus der Semestergliederung:

2 Für Naturwissenschaftler

- 1.Semester (30 ECTS)

Pflichtmodul Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 1 (12 ECTS):

- CO-AST1 (3 ECTS) Computational Concepts in Astronomy and Geosciences, Part 1
- CO-PHY1 (3 ECTS) Computational Concepts in Physics, Part 1
- CO-CHE1 (3 ECTS) Computational Concepts in Chemistry, Part 1
- CO-BIO1 (3 ECTS) Computational Concepts in Biology, Part 1

Alternative Pflichtmodulgruppe 2a (18 ECTS):

- CO-MAT1 (6 ECTS) Introductory Courses in Mathematics I

- CO-MAT2 (6 ECTS) *Introductory Courses in Mathematics II*
- CO-INF1 (6 ECTS) *Introductory Courses in Informatics*
- 2.Semester (30 ECTS)

Wahlmodulgruppe MAT-INF-CCNW 2 (12 ECTS):

- *Additional 12 ECTS selected from the CORE-Program*

Aus dem SHELL-Programm:

- *First 18 ECTS according to the rules of the SHELL-Program*
- 3.Semester (30 ECTS)
 - *Completing the 30 ECTS of the SHELL-Program*
- 4.Semester (30 ECTS)
 - *Master Thesis 27 ECTS*
 - *Talk (Defensio) 3 ECTS*

3 Für Mathematiker

- 1.Semester (30 ECTS)

Pflichtmodul Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 1 (12 ECTS):

- CO-AST1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Astronomy and Geosciences, Part 1*
- CO-PHY1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Physics, Part 1*
- CO-CHE1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Chemistry, Part 1*
- CO-BIO1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Biology, Part 1*

Aus dem SHELL-Programm:

- *First 18 ECTS according to the rules of the SHELL-Program*
- 2.Semester (30 ECTS)

Pflichtmodulgruppe CCNW2 Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 2 (12 ECTS):

- CO-AST2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Astronomy and Geosciences, Part 2*
- CO-PHY2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Physics, Part 2*
- CO-CHE2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Chemistry, Part 2*
- CO-BIO2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Biology, Part 2*

Alternative Pflichtmodulgruppe 2b (18 ECTS):

- CO-MAT3 (6 ECTS) *Advanced Courses in Mathematics*
- CO-INF2 (6 ECTS) *Advanced Courses in Informatics, Part 2*
- CO-INF3 (6 ECTS) *Advanced Courses in Informatics, Part 3*

- 3.Semester (30 ECTS)

- *Completing the 30 ECTS of the SHELL-Program*

- 4.Semester (30 ECTS)

- *Master Thesis 27 ECTS*

- *Talk (Defensio) 3 ECTS*

4 Für Informatiker

- 1.Semester (30 ECTS)

Pflichtmodul Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 1 (12 ECTS):

- CO-AST1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Astronomy and Geosciences, Part 1*
- CO-PHY1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Physics, Part 1*
- CO-CHE1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Chemistry, Part 1*
- CO-BIO1 (3 ECTS) *Computational Concepts in Biology, Part 1*

Aus der Alternativen Pflichtmodulgruppe 2c:

- CO-MAT1 (6 ECTS) *Introductory Courses in Mathematics I*
- CO-MAT2 (6 ECTS) *Introductory Courses in Mathematics II*

Aus dem SHELL-Programm:

- *First 6 ECTS according to the rules of the SHELL-Program*

- 2.Semester (30 ECTS)

Pflichtmodulgruppe CCNW2 Computational Concepts in der Naturwissenschaft Teil 2 (12 ECTS):

- CO-AST2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Astronomy and Geosciences, Part 2*
- CO-PHY2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Physics, Part 2*
- CO-CHE2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Chemistry, Part 2*
- CO-BIO2 (3 ECTS) *Computational Concepts in Biology, Part 2*

Aus der Alternativen Pflichtmodulgruppe 2c:

- CO-MAT3 (6 ECTS) *Advanced Courses in Mathematics*

Aus dem SHELL-Programm:

– Further 12 ECTS according to the rules of the SHELL-Program

• 3.Semester (30 ECTS)

– Completing the 30 ECTS of the SHELL-Program

• 4.Semester (30 ECTS)

– Master Thesis 27 ECTS

- Talk (Defensio) 3 ECTS

Zu Beginn des Studiums wird es eine freiwillige Informationsveranstaltung für Studierende geben. In der Mitte des Studiums wird es ein gemeinsames (Diplomanden-)Seminar für alle Fächer geben. Da keine ECTS dafür vergeben werden, hat es auch den Charakter einer Informationsveranstaltung.

II) Lehrveranstaltungsliste SHELL-Programm:

Die nachstehenden Listen geben einen Überblick über die computerorientierten LVA der sechs Fächer Mathematik, Informatik, Astronomie, Physik, Chemie und Biologie, welche für das Schwerpunktsfach und das Ergänzungsfach in Frage kommen. All diese LVA werden bereits in den entsprechenden Masterstudien der sechs Fächer angeboten. Ihre Verwendung für das SHELL-Programm des Masterstudiums „Computational Science“ ist daher kostenneutral.

Mathematik-LVAs in der SHELL

Aus folgenden Modulen können Lehrveranstaltungen gewählt werden:

Als Ergänzungsfach (6-10 ECTS aus)

Modul “Funktionalanalysis” 7 ECTS (nicht für Mathematiker)
Ziele: Dieses Modul vermittelt eine Einführung in die Theorie der Banach- und Hilberträume und die grundlegenden Techniken und Resultate der linearen Funktionalanalysis und der Operatortheorie.
Lehrveranstaltungen: • Funktionalanalysis, VO, 3 SSt., 5 ECTS • Übungen zu „Funktionalanalysis“, UE, 1 SSt., 2 ECTS
Inhalte: Normierte Räume und Banachräume (Dualraum, Sätze von Hahn-Banach, Banach-Steinhaus und Baire), Hilberträume und Orthonormalsysteme, Klassen von Operatoren (beschränkte, adjungierte, kompakte, Hilbert-Schmidt, symmetrische, ...), Spektraltheorie kompakter Operatoren, Fredholm-Alternative.

Modul „Theorie partieller Differentialgleichungen“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt wesentliche theoretische Grundlagen und Resultate über partielle Differentialgleichungen.
Lehrveranstaltungen: 4. Theorie partieller Differentialgleichungen, VO, 3 SSt., 5 ECTS

Modul „Angewandte Analysis“ 6 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt analytische Methoden mit besonderer Beachtung angewandter Aspekte.
Lehrveranstaltungen: – Angewandte Analysis, VO, 4 SSt., 6 ECTS

Modul „Mathematische Populationsgenetik“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt mathematische Grundlagen der Populationsgenetik
Lehrveranstaltung: • Mathematische Populationsgenetik, VO, 3 SSt., 5 ECTS
Modul „Mathematische Ökologie“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt mathematische Grundlagen der Ökologie
Lehrveranstaltung: 1. Mathematische Ökologie und Musterbildung, VO, 3 SSt., 5 ECTS

Modul „Spieltheorie“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt die mathematischen Grundlagen der Spieltheorie und Gleichgewichtsprobleme
Lehrveranstaltung: 1. Spieltheorie, VO, 3 SSt., 5 ECTS

Als Schwerpunktsfach (24 ECTS aus)

Modul „Funktionalanalysis“ 7 ECTS (nicht für Mathematiker)
Ziele: Dieses Modul vermittelt eine Einführung in die Theorie der Banach- und Hilberträume und die grundlegenden Techniken und Resultate der linearen Funktionalanalysis und der Operatortheorie.
Lehrveranstaltungen: • Funktionalanalysis, VO, 3 SSt., 5 ECTS • Übungen zu „Funktionalanalysis“, UE, 1 SSt., 2 ECTS
Inhalte: Normierte Räume und Banachräume (Dualraum, Sätze von Hahn-Banach, Banach-Steinhaus und Baire), Hilberträume und Orthonormalsysteme, Klassen von Operatoren (beschränkte, adjungierte, kompakte, Hilbert-Schmidt, symmetrische, ...), Spektraltheorie kompakter Operatoren, Fredholm-Alternative.

Modul „Theorie partieller Differentialgleichungen“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt wesentliche theoretische Grundlagen und Resultate über partielle Differentialgleichungen.
Lehrveranstaltungen: Theorie partieller Differentialgleichungen, VO, 3 SSt., 5 ECTS
Inhalte: Funktionalanalytische Methoden und Sobolevraum-Techniken, Erhaltungssätze, (semi-)lineare elliptische Gleichungen.

Modul „Angewandte Analysis“ 6 ECTS

Ziele: Dieses Modul vermittelt analytische Methoden mit besonderer Beachtung angewandter Aspekte.
Lehrveranstaltungen: Angewandte Analysis, VO, 4 SSt., 6 ECTS
Inhalte: Einführung in ein oder zwei wichtige Teilgebiete der Analysis (wie Differentialgleichungen, Fourieranalysis, asymptotische Analysis o. dgl.) unter besonderer Bezugnahme auf angewandte Aspekte.

Modul „Mathematische Populationsgenetik“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt mathematische Grundlagen der Populationsgenetik
Lehrveranstaltung: Mathematische Populationsgenetik, VO, 3 SSt., 5 ECTS
Inhalte: Gesetz von Hardy-Weinberg, Selektionsmodelle, Rekombination, neutrales Wright-Fisher Modell, Mutations-Selektionsmodelle.

Modul „Mathematische Ökologie“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt mathematische Grundlagen der Ökologie
Lehrveranstaltung: Mathematische Ökologie und Musterbildung, VO, 3 SSt., 5 ECTS
Inhalte: logistisches Wachstum, Räuber-Beute Gleichungen, Konkurrenzmodelle, Lotka-Volterra Gleichungen für n Arten, Permanenz, Altersstruktur, räumliche Modelle, Turing-Mechanismus, Tierfelle, Chemotaxis, Morphogenese.

Modul „Spieltheorie“ 5 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt die mathematischen Grundlagen der Spieltheorie und Gleichgewichtsprobleme
Lehrveranstaltung: Spieltheorie, VO, 3 SSt., 5 ECTS
Inhalte: Gefangenendilemma, Ultimatumspiel, dominierte Strategien, Nullsummenspiele und MinMax, Nashgleichgewicht, evolutionäre Spieltheorie, Falken-Tauben, sex-ratio, Replikatorgleichung, best response Dynamik.

Genau ein Seminar aus Analysis, angewandter Mathematik, Biomathematik oder Stochastik (Module MANS, MAMS, MBIS, MSTS aus dem Mathematikatalog) (jeweils 4 ECTS)

Modul „Seminare: Mathematik“ 4 ECTS
Ziele: Dieses Modul vermittelt aktuelle Forschungsergebnisse aus der Mathematik und lehrt das eigenständige Erarbeiten wissenschaftlicher Forschungsergebnisse sowie das Erstellen wissenschaftlicher Arbeiten und das Vortragen wissenschaftlicher Ergebnisse.
Lehrveranstaltungen: 1. Seminar, SE, 2 SSt., 4 ECTS aus den Bereichen Analysis, Angewandte Mathematik, Biomathematik oder Stochastik (Module MANS, MAMS, MBIS, MSTS aus dem Mathematikatalog) oder 2. Projektseminar, PJSE, 2 SSt., 4 ECTS aus den Bereichen Analysis, Angewandte Mathematik, Biomathematik oder Stochastik

(Module MANS, MAMS, MBIS, MSTs aus dem Mathematikatalog)

Module „Vertiefung: Mathematik“ (3-6 ECTS)
Ziele: Diese Module vermitteln vertiefendes Wissen in den mathematischen Aspekten des Computational Science
Lehrveranstaltung: - alle Lehrveranstaltungen aus dem Lehrveranstaltungskatalog der Mathematik unter den Prüfungspass-Codes MANV, MAMV, MBIV, MLOV und MSTV, z.B. - Finanzmathematik - Harmonische Analysis - Nichtlineare Schrödinger-Gleichungen - Numerische Methoden für gewöhnliche Differentialgleichungen - Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen - Dynamische Prozesse - Mathematische Zellbiologie - Stochastische Analysis - Höhere Funktionalanalysis - Inverse Probleme - Bild- und Signalverarbeitung - Numerische Lineare Algebra - Konvexe Optimierung - Innere-Punkte-Verfahren - Kombinatorische Optimierung - Globale Optimierung - Nonlinear Waves - Variational calculus and geometric measure theory - Kontrolltheorie - Variationsrechnung - Einführung in die theoretische Informatik - Berechenbarkeit und Komplexität

Astronomie-LVAs in der SHELL

Aus folgenden Modulen können Lehrveranstaltungen gewählt werden:

<i>SH-AST1</i>	Numerische Methoden der Astronomie, VO	5 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	<i>keine</i>	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-AST1, CO-AST2</i>	
Modulziele	<i>Grundlagen der numerischen Behandlung und Formulierung von astrophysikalischen Fragestellungen, spezielle Anforderungen an astrophysikalische Simulationen, Verständnis und Probleme numerischer Techniken und Verfahren</i>	
Inhalte	<i>Fehler- und Ausgleichsrechnung, statistische Methoden, Testverfahren, Interpolations- und Extrapolationsmethoden, Integrationsmethoden, Approximation von Funktionen, UNIX, wissenschaftliche und grafische Programmumgebungen, Symbolic Computation, numerische Problemlösungsstrategien, Nutzung von astronomisch relevanten Datenbanken</i>	
Leistungsnachweis	<i>Abschluss aller Lehrveranstaltungen</i>	
<i>SH-AST2</i>	Übungen zu Numerische Methoden in der	4ECTS

	Astronomie, UE	
Teilnahme-voraussetzung	<i>Keine</i>	
Empfohlene Teilnahme-voraussetzung	<i>CO-AST1, CO-AST2</i>	
Modulziele	<i>Praktische Anwendungen der numerischen Techniken und Verfahren zur Lösung astrophysikalischer Methoden</i>	
Inhalte	<i>Fehler- und Ausgleichsrechnung, statistische Methoden, Testverfahren, Interpolations- und Extrapolationsmethoden, Integrationsmethoden, Approximation von Funktionen, UNIX, wissenschaftliche und grafische Programmumgebungen, Symbolic Computation, numerische Problemlösungsstrategien, Nutzung von astronomisch relevanten Datenbanken</i>	
Leistungsnachweis	<i>Abschluss aller Lehrveranstaltungen</i>	

<i>SH-AST3</i>	Praktikum aus numerischer Astronomie, PR	13 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	<i>keine</i>	
Empfohlene Teilnahme-voraussetzung	<i>CO-AST1, CO-AST2</i>	
Modulziele	<i>Lösungsstrategien und Anwendung numerischer Simulationstechniken zur Behandlung astrophysikalischer Fragestellungen</i>	
Inhalte	<i>Numerische Simulationen und Methoden, eigenständige Programmentwicklung, höhere Programmiersprachen, Durchführung und Planung numerischer Simulationen, Auswertung und Darstellung der Ergebnisse</i>	
Leistungsnachweis	<i>Abschluss aller Lehrveranstaltungen</i>	

<i>SH-AST4</i>	Computational Astrophysics, SE	4 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	<i>Keine</i>	
Empfohlene Teilnahme-voraussetzung	<i>CO-AST1, CO-AST2</i>	
Modulziele	<i>Vorträge zu aktuellen Ergebnissen und Methoden astrophysikalischer Simulationen</i>	
Inhalte	<i>Astrophysikalische numerische Simulationen, Fehleranalyse, Visualisierung und Datenauswertung</i>	
Leistungsnachweis	<i>Abschluss aller Lehrveranstaltungen</i>	

<i>SH-AST5</i>	Numerical Methods in Astrophysics, SE	4 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	<i>keine</i>	
Empfohlene Teilnahme-voraussetzung	<i>CO-AST1, CO-AST2</i>	
Modulziele	<i>Anwendung und Anpassung numerischer Methoden auf</i>	

	<i>astrophysikalische Fragestellungen</i>
Inhalte	<i>Numerische Methoden mit spezifischen Anwendungen in astrophysikalischen Problemen, aktuelle Software Entwicklungen in Astronomie und Astrophysik</i>
Leistungsnachweis	<i>Abschluss aller Lehrveranstaltungen</i>

INFORMATIK-LVAS IN DER SHELL

Aus folgenden Modulen können Lehrveranstaltungen gewählt werden:

<i>SH-INF-ERG</i>	Informatik Ergänzungsfach	6 – 10 ECTS
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-INF1, CO-INF2</i>	
Modulziele	<i>In-depth knowledge of techniques for scientific data management, data analysis, machine learning, visualization, algorithms and programming in scientific computing, and software tools and libraries in scientific computing</i>	
Modulstruktur	VU Scientific Data Management, 6 ECTS VU Methoden der Datenanalyse, 3 ECTS VU Machine Learning, 3 ECTS VU Visualisierung, 6 ECTS VU Algorithmen und Programmierung im Scientific Computing, 6 ECTS VU Software Tools and Libraries, 6 ECTS	
Leistungsnachweis	<i>Abschluss aller Lehrveranstaltungen</i>	

<i>SH-INF-FOC</i>	Informatik Schwerpunktsfach	24 ECTS
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	<i>CO-INF1, CO-INF2</i>	
Modulziele	<i>In depth knowledge of techniques for scientific data management, data analysis, machine learning, visualization, algorithms and programming in scientific computing, and software tools and libraries in scientific computing, advanced algorithms analysis techniques, parallel architectures and programming models, and multimedia retrieval</i>	
Modulstruktur	VU Algorithmen und Programmierung im Scientific Computing, 6 ECTS VU Parallele Architekturen und Programmiermodelle, 6 ECTS VU Software Tools and Libraries, 6 ECTS VU Advanced Algorithms, 3 ECTS	

	VU Methoden der Datenanalyse, 3 ECTS VO Multimedia Retrieval, 3 ECTS UE Multimedia Retrieval, 3 ECTS VU Machine Learning, 3 ECTS VU Scientific Data Management, 6 ECTS VU Visualisierung, 6 ECTS SE Masterseminar Scientific Computing 1, 3 ECTS SE Masterseminar Scientific Computing 2, 3 ECTS
Leistungsnachweis	<i>Abschluss aller Lehrveranstaltungen</i>

Physik-LVAs in der SHELL

Aus folgenden Modulen können Lehrveranstaltungen gewählt werden:

<i>SH-PHY-FOC</i>	Schwerpunktsfach Physik	25 ECTS
Teilnahmevoraussetzung	<i>keine</i>	
Modulziele	<i>In diesem Modul vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse der Prinzipien und der praktischen Anwendung von modernen Computersimulationsmethoden, die in der Physik breite Verwendung finden. Die Studierenden erlernen vor allem fortgeschrittene Methoden für die Simulation von klassischen und quantenmechanischen Vielteilchensystemen und setzen sich mit aktuellen Fragestellungen im Forschungsgebiet Computational Physics auseinander. Im Weiteren erwerben sie methodische Kenntnisse und Fertigkeiten, welche zur Durchführung der Masterarbeit im Forschungsgebiet Computational Physics erforderlich sind.</i>	
Modulstruktur	10 ECTS aus Vorlesungen, Übungen und Seminaren der Module Computational Physics II 10 ECTS Vertiefungsmodul Computational Physics 10 ECTS aus dem Curriculum für das Masterstudium Physik und 15 ECTS aus dem Modul Spezialisierungsmodul Computational Physics aus dem Curriculum für das Masterstudium Physik	
LV	<i>VO, 4 SWS, 5 ECTS</i>	

	<i>UE, 2 SWS, oder SE, 2 SWS, 5 ECTS</i>
	<i>PR, 10 SWS, 15 ECTS</i>

<i>SH-PHY-ERG</i>	Ergänzungsfach Physik	10 ECTS
Teilnahme-voraussetzung	<i>Keine</i>	
Modulziele	<i>In diesem Modul vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse der Prinzipien und der praktischen Anwendung von modernen Computersimulationsmethoden, die in der Physik breite Verwendung finden. Die Studierenden erlernen vor allem fortgeschrittene Methoden für die Simulation von klassischen und quantenmechanischen Vielteilchensystemen und setzen sich mit aktuellen Fragestellungen im Forschungsgebiet Computational Physics auseinander.</i>	
Modulstruktur	10 ECTS aus den Modulen Computational Physics II 10 ECTS Vertiefungsmodul Computational Physics 10 ECTS Praktikum Computational Physics 10 ECTS Praktikum Computational Quantum Mechanics 10 ECTS aus dem Curriculum für das Masterstudium Physik	
LV	<i>Entweder VO, 4 SWS, 5 ECTS und UE, 2 SWS, 5 ECTS</i> <i>oder VO, 4 SWS, 5 ECTS und SE, 2 SWS, 5 ECTS</i> <i>oder PR, 6 SWS, 10 ECTS</i>	

Chemie-LVAs in der SHELL

Ergänzungsfach (6 ECTS):

LVAs aus mindestens zwei der nachstehenden drei Fachgebiete

Schwerpunktsfach (24 ECTS):

LVAs aus mindestens zwei der nachstehenden drei Fachgebiete

1 Quantenchemie und Chemische Dynamik (12 ECTS)

- *Inhalte des TC2 Moduls*
- *Seminar: Theoretische Chemie und Scientific Computing*

2 Computergestützte Chemie und Molekulare Modellierung (16.5 ECTS)

Vorlesungen 5.5 ECTS

- 270073 VO Computergrafik und Molekulare Modellierung

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,5 ECTS

Kapitel:5.08; 27.01; 31.01

TC-3, M205, M206

- 270275 VO Computersimulation von Biomolekülen

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 3,0 ECTS

Kapitel:27.01

CHE II-7

Übungen 7 ECTS

..

- 270037 UE Übungen zu Computergrafik und Molekulare Modellierung

Studienprogrammleitung Chemie

4 Stunde(n), 4,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel:27.01; 31.01

TC-3, M205, M206

..

- 270274 UE Übungen zur Computersimulation von Biomolekülen

Studienprogrammleitung Chemie

3 Stunde(n), 3,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel:27.01

CHE II-7, MMB W-3

Seminare 4 ECTS

- 270060 SE Seminar: Methoden der Biomolekularen Simulation

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel:27.03; 44.01

- *270223 SE Seminar: Elektrostatik von Biomolekülen*

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel:27.03; 44.01

3 Theoretische Biochemie (26.5 ECTS)

Vorlesungen 8.5 ECTS

- *270037 VO Chemieinformatik*

Studienprogrammleitung Chemie

1 Stunde(n), 1,0 ECTS

Kapitel:27.01

TC-1

- *270087 VO Struktur und Dynamik von Biopolymeren*

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 3,0 ECTS

Kapitel:27.01

CHE II-7

- *270090 VO Biomolekulare Nanotechnologie*

Studienprogrammleitung Chemie

1 Stunde(n), 1,5 ECTS

Kapitel:27.01

CHE II-7

- *300696 VO Grundlagen der Systembiologie*

Studienprogrammleitung Biologie

2 Stunde(n), 3,0 ECTS

Kapitel:30.01; 31.01

MMB W-3, MMB W-2, M206

Übungen (12 ECTS):

- *270065 UE Praktikum zu Bioinformatischen Problemen aus Chemie und Biologie*

Studienprogrammleitung Chemie

4 Stunde(n), 4,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel:27.01

CHE II-7

..

- *270038 UE Übungen zu Chemieinformatik*

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel:27.01

TC-1

- *270034 UE Algorithmen und Programmentwicklung für die Biologische Chemie*

Studienprogrammleitung Chemie

4 Stunde(n), 4,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel:27.01

CHE II-7

..

- *270038 UE Übungen zu Struktur und Dynamik von Biopolymeren*

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel: 27.01; 31.01

CHE II-7

Seminare (6 ECTS):

- 270034 SE Seminar zu speziellen Themen der Theoretischen Chemie

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel: 27.01; 27.03; 44.01

EF-1, EF-2, EF-3.

- 270226 SE Methoden der Theoretischen Biochemie I

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel: 27.01

EF-1, EF-2, EF-3.

- 270099 SE Spezielle Themen der Bio- und Chemie-Informatik

Studienprogrammleitung Chemie

2 Stunde(n), 2,0 ECTS

Prüfungsimmanente Lehrveranstaltung

Kapitel: 27.04; 44.01

Macht in Summe 12 + 16.5 + 26.5 = 55 ECTS für das SHELL-Modul

Biologie-LVAs in der SHELL

In der SHELL zugelassene Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Lebenswissenschaften sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Darüber hinaus können nach Zulassung durch die SPL alle nicht aufgeführten Lehrveranstaltungen aus allen Master-Studiengängen der SPL Molekulare Biologie und SPL Biologie sowie dem Diplomstudiengang Pharmazie gewählt werden. Die Wahl von prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen aus Studiengängen der Studienprogrammleitung Biologie bzw. Molekulare Biologie ist überdies von der Studienprogrammleitung Biologie bzw. Molekulare Biologie vorab zu genehmigen.

1. SPL Molekulare Biologie

1.1 Veranstaltungen im Master Mikrobiologie und Immunobiologie:

Modul	Titel	ECTS
MMI III-1	Mikrobiologie/Immunbiologie für Fortgeschrittene - Advanced Microbiology/Immunobiology	15

1.2 Veranstaltungen im Master Genetik und Entwicklungsbiologie

Modul	Titel	ECTS
MGE III-1	Genetik für Fortgeschrittene - Advanced Genetics	15

1.3 Veranstaltungen im Master Molekulare Biologie

Modul	Titel	ECTS
MMB W-2	Spezielle Fachverbreiterung (Theorie und Übungen) - Selected Subjects in Molecular Biosciences or Chemistry	15
MMB W-3	Spezielle Fachverbreiterung (Bioinformatik) - Selected Subjects in Bioinformatics	15

2. SPL Biologie

2.1 Veranstaltungen im Master Anthropologie

Modul	Titel	ECTS
MAN 2	Weiterführende Statistik in der Anthropologie – Advanced Statistics in Anthropology	5

2.2 Veranstaltungen im Master Evolutionsbiologie

Modul	Titel	ECTS
MEV W-3	Theoretische Biologie – Theoretical Biology	10

2.3 Veranstaltungen im Master Naturschutz und Biodiversitätsmanagement

Modul	Titel	ECTS
MNB W-4	Raumanalytische Methoden im Naturschutz - Spatial Analysis and Presentation Techniques	5

2.4 Veranstaltungen im Master Ökologie

Modul	Titel	ECTS
MOE III-1	Mikrobielle Genomik und Phylogenie – Microbial Genomics and Phylogeny	10
MOE III-3	Ökogenetik – Genetics in Ecology	10
MOE W-1	Ökologische Dateninterpretation - Interpretation of Ecological Data	5
MOE W-5	Molekulare und Chemische Methoden der Ökologie - Molecular and Chemical Methods in Ecology	15

2.5 Veranstaltungen im Master Paläobiologie

Modul	Titel	ECTS
MPB3	Paläontologische Evolutionsforschung - Palaeontology and Evolution	5

2.6 Veranstaltungen im Master Pflanzenwissenschaften

Modul	Titel	ECTS
MPF III-2	Funktionelle Genomik von Pflanzen - Plant Functional Genomics	10
MPF W-3	Spezialthemen zu Molekularer Pflanzenbiologie und Pflanzenphysiologie - Advanced Topics of Plant Molecular Biology	10

2.7 Veranstaltungen im Master Verhaltens-, Neuro- und Kognitionsbiologie

Modul	Titel	ECTS
MVN2	Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens in der Verhaltensbiologie, Neurobiologie und Kognitionsbiologie - Fundamentals of Scientific Research in Behaviour, Neurobiology and Cognition	10

2.8 Alle Veranstaltungen im Master Zoologie

Modul	Titel	ECTS
--------------	--------------	-------------

3. SPL Pharmazie

3.1 Veranstaltungen im dritten Studienabschnitt des Diplomstudiengang Pharmazie
Wahlpflichtfächer (PG, 2, siehe Anlage 1, 2.0)

III) Inhalte der Lehrveranstaltungen des CORE-Programms:

CO-MAT1:

1. *Basic concepts of numerical analysis, errors, classification of errors, error analysis, condition of a problem, numerical stability of an algorithm*
2. *Interpolation by polynomials and splines (up to cubic)*
3. *Interpolation by trigonometric functions, FFT*
4. *Numerical Linear Algebra I*
 - a. *LU decomposition, solution of linear systems of equations*
 - b. *Cholesky decomposition*
 - c. *QR decomposition and solution of least squares problems*
5. *Solution of univariate nonlinear equations*
6. *Computation of univariate integrals*
7. *Probability Theory and Statistics*
 - a. *Basic concepts*
 - b. *Statistical tests*
 - c. *Realisation of statistical tests*
8. *Ordinary differential equations*
 - a. *Single-step methods*
 - b. *Multi-step methods*
 - c. *Stiff ODEs*

CO-MAT2:

1. *Numerical Linear Algebra II*
 - a. *Eigenvalue Problem*
 - b. *Generalized Eigenvalue Problem*
 - c. *Singular Value Decomposition*
 - d. *Iteration methods for large systems*
 - i. *Fixed point iteration*
 - ii. *SOR method*
 - iii. *Krylov-space methods (Lanczos, Arnoldi, CG, GMRES, etc.)*
2. *Nonlinear systems of equations*
 - a. *Newton's method*
 - b. *Quasi-Newton methods*
 - c. *Basic line search concepts (exact, Armijo,...)*
3. *Stochastic Processes*
 - a. *Basic concepts*
 - b. *Markov chains*
4. *Random Numbers*
 - a. *Pseudorandom number generators*
 - b. *Tests of pseudorandom numbers*
5. *Monte Carlo Methods*
 - a. *Basic concepts of simulation*
6. *Multivariate Integration*
 - a. *Monte Carlo method*
 - b. *Quasi-Monte Carlo method*

CO-INF1:

*Introduction to programming, classification of programming languages
Object-oriented software engineering, analysis and design patterns
Testing, software measurement and metrics
Software development tools integrated development environments
Software architecture*

CO-AST2:

Astrophysikalische Hydrodynamik (laminar, turbulent und Überschall), Magneto- und Strahlungshydrodynamik, Sternsysteme und ihre dynamische Entwicklung (Momente der Boltzmann-Gleichung)

CO-PHY1:

Introduction to computational problems in physics with emphasis on fundamental concepts in classical and quantum mechanics (Newton equation, Maxwell equations, Schrödinger equation).

CO-PHY2:

Introduction to computational problems in physics covering thermodynamics, statistical mechanics and stochastic methods. Introduction to statistical mechanics: ensembles, expectation values, partition sum and free energy. Non-stochastic methods: integration of equation of motion (Verlet, symplectic algorithms), molecular systems and constraints, thermostats (Langevin, Nose). Stochastic methods in classical systems: importance sampling (Markov chains), Ising model, simulating ensembles. Stochastic methods in quantum systems: variational Monte Carlo, diffusion Monte Carlo and path integral methods.

CO-CHE2:

2.1 Graph theoretical approaches

- 1. Representing molecules and reactions in the computer.*
- 2. Graph isomorphism problem and canonical labeling.*
- 3. Structure-function relationship and multivariate data analysis.*
- 4. Combinatorial chemistry.*

2.2 Stochastic methods and reaction kinetics

- 1. Chemical master equation and Markov models.*
- 2. Building blocks in reaction kinetics.*
- 3. Large reaction networks in homogeneous phase.*
- 4. Spatial inhomogeneity and diffusion.*

CO-BIO2:

Functional genomics

- 5. Large-scale experimental methods*
- 6. Data management, reduction, normalization*
- 7. Methods for differential analysis and clustering*

8. *Enrichment analysis and network-based analysis*

Biological networks

- *Topological analysis*
- *Stoichiometric analysis (MFA, FBA)*
- *Rule-based modeling of combinatorial complex networks*
- *Differential equation based methods*
- *Process algebras and model-checking*

Organisms and ecosystems

Genetics and metabolomics

Systems biology of human diseases

Dynamical modeling of organism development (including imaging)

Environmental modeling (coenzymatic theories, stoichiometry based theories)

CO-MAT3:

Numerische Methoden III:

2. *Classification of optimization problems*
3. *Descent methods*
4. *Line search, advanced concepts*
 - a. *Efficient line search*
 - b. *Goldstein condition*
 - c. *Wolfe condition*
 - d. *Moré-Thuente line search*
 - e. *Bent line search*
5. *Local models*
6. *(Quasi)-Newton methods*
7. *BFGS, L-BFGS, L-BFGS-B*
8. *Basic concepts of SQR methods*

Numerische Methoden IV:

2. *Partial Differential Equations of order 1*
3. *Partial Differential Equations of order 2*
 - *Types of PDEs*
4. *Finite Difference Methods*
 - *Lax Equivalence Theorem*
5. *Finite Element Methods*
6. *Singular perturbations, hyperbolic conservation laws (overview only)*

CO-INF2:

Logical data organization, relational model, query languages, conceptual modeling, transactions and recovery, integrity and safety
data stream management, machine learning, data visualization

CO-INF3:

Main hardware/computer architectural paradigms: distributed and shared memory architectures, heterogeneous architectures

Introduction to parallel programming; major parallel programming interfaces/languages, software tools and libraries

Notation, analysis of algorithms, complexity theory

Elementary data structures, trees, hashing, graph algorithms

Algorithm design: divide and conquer, dynamic programming, greedy algorithms, randomized algorithms, amortized analysis, linear programming and approximation algorithms

