



Mitteilung

Studienjahr 2021/2022 - Ausgegeben am 01.02.2022 - Nummer 59

Sämtliche Funktionsbezeichnungen sind geschlechtsneutral zu verstehen.

Curricula

59 Curriculum für das Masterstudium Computational Science (Version 2022)

Der Senat hat in seiner Sitzung am 27. Jänner 2022 das von der gemäß § 25 Abs 8 Z 3 und Abs 10 des Universitätsgesetzes 2002 eingerichteten entscheidungsbefugten Curricularkommission am 17. Jänner 2022 beschlossene Curriculum für das Masterstudium Computational Science (Version 2022) 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) Mit dem Begriff Computational Science bezeichnet man die Behandlung naturwissenschaftlicher Fragestellungen mit Hilfe von computergestützter Modellierung und Simulation. Das Ziel des Masterstudiums Computational Science an der Universität Wien ist eine fundierte Ausbildung in den informatischen und mathematischen Methoden dieses modernen interdisziplinären Ansatzes und ihrer praktischen Anwendung in den Naturwissenschaften (Astronomie und Astrophysik, Biologie, Chemie, Meteorologie, Pharmazie und Physik).

(2) Die Absolvent*innen des Masterstudiums Computational Science an der Universität Wien sind über ein Bachelorstudium hinaus befähigt, in interdisziplinären Teams computergestützt Lösungen zu komplexen naturwissenschaftlichen Problemstellungen zu erarbeiten. Sie sind in der Lage naturwissenschaftliche Sachverhalte modellmäßig zu erfassen, Algorithmen und Software zu deren Behandlung zu entwickeln, Berechnungen auf modernen Computersystemen durchzuführen sowie Daten und Modelle zu analysieren und zu visualisieren. Dabei greifen Sie auf im Masterstudium erworbene Kenntnisse in numerischer Mathematik, modernen Programmierparadigmen und im Hochleistungsrechnen (High Performance Computing) zurück. Die Absolvent*innen sind vertraut mit den Methoden der datengetriebenen Forschung (Data Science und Machine Learning) und ihrer Anwendung in den Naturwissenschaften. Sie verfügen außerdem über fortgeschrittene Kenntnisse in ausgewählten Naturwissenschaften und sind dadurch in der Lage, die Ergebnisse von Computersimulationen kritisch zu hinterfragen und zu interpretieren. Die im Masterstudium Computational Science erworbenen fachlichen sowie überfachlichen Kenntnisse und Problemlösungskompetenzen bereiten die Absolvent*innen auf berufliche Laufbahnen an Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen

sowie in der industriellen Forschung und Entwicklung und im Dienstleistungssektor vor.

(3) Die im Masterstudium Computational Science erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten dienen auch als Vorbereitung auf weiterführende Studien.

§ 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 24 ECTS-Punkte gemäß den Bestimmungen in den Alternativen Pflichtmodulgruppen, 69 ECTS-Punkte gemäß den Bestimmungen in den Pflichtmodulen, 25 ECTS-Punkte gemäß den Bestimmungen über die Masterarbeit und 2 ECTS-Punkte gemäß den Bestimmungen über die Masterprüfung positiv absolviert wurden.

§ 3 Zulassungsvoraussetzungen

(1) Die Zulassung zum Masterstudium Computational Science setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden informatischen, naturwissenschaftlichen, mathematischen oder technischen Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden informatischen, naturwissenschaftlichen, mathematischen oder technischen Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

(2) Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls die Bachelorstudien Astronomie oder Biologie oder Chemie oder Informatik oder Mathematik oder Meteorologie oder Pharmazie oder Physik an der Universität Wien nach Maßgabe von Abs. 3.

(3) Alle Zulassungswerber*innen müssen als qualitative Zulassungsbedingungen folgende Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Ausmaß von mindestens 30 ECTS nachweisen:

a) Informatik-Kenntnisse in den folgenden Bereichen im Ausmaß von mindestens 10 ECTS:

- Grundlagen des Programmierens und Kenntnis einer höheren Programmiersprache
- Objektorientierte Programmierung (Funktionen, Klassen, Vererbung)
- Datenbanksysteme
- Algorithmen und Datenstrukturen (grundlegende Datenstrukturen, Such- und Sortierverfahren und grundlegende Graph- und Optimierungsalgorithmen)

b) Mathematik-Kenntnisse in den folgenden Bereichen im Ausmaß von mindestens 10 ECTS:

- Mathematische Grundlagen (Mengenlehre, Logik, Funktionenbegriff, reelle und komplexe Zahlen, Gruppen und Körper, elementare Kombinatorik)
- Lineare Algebra (Matrix- und Vektorrechnung, Invertieren von Matrizen, Lösen von linearen Gleichungssystemen, Bestimmung von Determinanten, Eigenwerten und Eigenvektoren, lineare Optimierung, innere Produkte, Projektionen, Orthonormalbasen)
- Analysis (Folgen und Reihen, Differential- und Integralrechnung in mehreren Variablen, Taylorreihen und Taylorentwicklung, lineare gewöhnliche Differentialgleichungen)

c) Naturwissenschaftliche Kenntnisse in einem oder mehreren der folgenden Bereiche im Ausmaß von mindestens 10 ECTS:

- Grundlagen der Astronomie und Astrophysik (Charakteristika astrophysikalischer Objekte und wesentliche astrophysikalische Prozesse)
- Grundlagen der Biologie (Biochemie; Bioinformatik: Sequenzalignments und Datenbanksuchen, Rekonstruktion phylogenetischer Bäume, Vorhersage der Struktur und Funktion von Proteinen, molekulare Netzwerke; Mechanismen der molekularen Evolution; genetische und funktionelle Diversität von Mikroorganismen; Funktion von Mikroorganismen, Pflanzen oder Tieren in Ökosystemen, Zellbiologie)
- Grundlagen der Chemie (Chemische Strukturformeln, funktionelle Gruppen und ihre Reaktivität, Reaktionsmechanismen, Thermodynamik, Kinetik)
- Grundlagen der Meteorologie (Strahlung, Fluid-Dynamik und Thermodynamik der Atmosphäre)
- Grundlagen der Pharmazie (Chemische Grundlagen der therapeutisch relevanten Arzneistoffklassen, Struktur-Wirkungs-Beziehungen, Methoden der computerunterstützten Arzneistoffentwicklung, Pharmakodynamik, Pharmakokinetik, Risikobewertung)
- Grundlagen der Physik (klassische Mechanik, Schwingungen und Wellen, Elektrizität und Magnetismus, Kontinuumsmechanik: Elastizität und Hydrodynamik, Thermodynamik und statistische Mechanik, Quantenmechanik)

Die qualitativen Zulassungsbedingungen können abhängig vom jeweiligen Vorstudium in Kombination mit der Absolvierung des Erweiterungscurriculums „Computational Science“ erfüllt werden. Die beschriebenen Kenntnisse können auch in anderer Form nachgewiesen werden. Über die Gleichwertigkeit des Nachweises entscheidet das studienrechtlich zuständige Organ.

(4) Das Masterstudium Computational Science wird in englischer Sprache angeboten. Das Studium setzt Kenntnisse der englischen Sprache auf dem Niveau B2 (Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen) voraus und ist in englischer Sprache absolvierbar. In den Modulen mit Wahlmöglichkeiten können die aus den Masterstudien der Universität Wien mitverwendeten Lehrveranstaltungen auch in deutscher Sprache angeboten werden. Dafür sind Kenntnisse der deutschen Sprache auf dem Niveau B2 (Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen) empfohlen.

§ 4 Akademischer Grad

Absolvent*innen 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 Masterstudium Computational Science umfasst eine fundierte Ausbildung in ihren Kerngebieten Numerische Mathematik, Programmieren & Algorithmen und einem oder mehreren naturwissenschaftlichen Anwendungsfächern. Zusätzlich sind Module im Bereich Data Science vorgesehen.

Das Studium gliedert sich in drei Teile:

Der erste Teil dient der Angleichung des Wissensstandes der aus verschiedenen Fachgebieten kommenden Studierenden und bildet die Grundlage für weiterführende Studien in Computational Science. Insgesamt umfassen die dafür vorgesehenen Pflichtmodule 30 ECTS-Punkte. Je nach Vorbildung ist eine alternative

Pflichtmodulgruppe im Ausmaß von 24 ECTS-Punkten zu absolvieren. Zusätzlich ist für alle Studierenden ein alternatives Pflichtmodul aus dem Gebiet *Data Science* im Ausmaß von 6 ECTS-Punkten zu absolvieren.

Der zweite Teil des Masterstudiums Computational Science besteht aus der Pflichtmodulgruppe *Core of Computational Science* im Ausmaß von insgesamt 30 ECTS-Punkten. Ziel ist der Erwerb von fortgeschrittenen Kenntnissen der zentralen Inhalte und Methoden der Computational Science in den Kerngebieten sowie den verschiedenen Anwendungsfächern.

Der dritte Teil des Studiums umfasst das 3. und 4. Semester. Dieser Teil des Studiums fokussiert sich auf die Vertiefung und Spezialisierung in einem aktuellen Forschungsgebiet der involvierten Fakultäten im Rahmen des Pflichtmoduls *Specialisation* im Ausmaß von 20 ECTS-Punkten. Weitere 10 ECTS-Punkte sind für das Pflichtmodul *Extension* vorgesehen. Das 4. Semester ist der selbständigen wissenschaftlichen Forschung für die Masterarbeit sowie dem Verfassen dieser gewidmet. Als Vorbereitung dafür ist im 3. Semester ein Pflichtmodul zum Thema *Academic Writing and Presentation* sowie *Ethics in Natural Sciences* verankert.

Tabellarische Übersicht über das Studium:

TEIL I	
Alternative Pflichtmodulgruppen:	
APMG-A Foundations of Computational Science A (für Absolvent*innen eines naturwissenschaftlichen Vorstudiums):	24 ECTS
Pflichtmodul <i>Numerical Mathematics 1</i>	12 ECTS
Pflichtmodulgruppe <i>Programming and Algorithms</i> :	12 ECTS
Pflichtmodul <i>Programming</i>	6 ECTS
Pflichtmodul <i>Programming Languages and Concepts</i>	6 ECTS
oder	
APMG-B Foundations of Computational Science B (für Absolvent*innen eines Vorstudiums Mathematik):	24 ECTS
Pflichtmodulgruppe <i>Programming and Algorithms</i> :	12 ECTS
Pflichtmodul <i>Programming</i>	6 ECTS
Pflichtmodul <i>Programming Languages and Concepts</i>	6 ECTS
Wahlmodulgruppe <i>Computational Natural Sciences</i>	12 ECTS
oder	
APMG-C Foundations of Computational Science C (für Absolvent*innen eines Vorstudiums Informatik):	24 ECTS
Pflichtmodul <i>Numerical Mathematics 1</i>	12 ECTS
Wahlmodulgruppe <i>Computational Natural Sciences</i>	12 ECTS
Für alle Studierenden:	
Alternative Pflichtmodule Data Science	6 ECTS
Alternatives Pflichtmodul <i>Introduction to Machine Learning</i>	6 ECTS
oder	
Alternatives Pflichtmodul <i>Statistics for Data Science</i>	6 ECTS
TEIL II	

Pflichtmodulgruppe <i>Core of Computational Science</i>:	30 ECTS
Pflichtmodul <i>Numerical Mathematics 2</i>	8 ECTS
Pflichtmodul <i>Algorithms and Data Structures for Computational Science</i>	4 ECTS
Pflichtmodul <i>Advanced Computational Science</i>	18 ECTS
TEIL III	
Pflichtmodul <i>Academic Skills and Ethics</i>	3 ECTS
Pflichtmodul <i>Specialisation</i>	20 ECTS
Pflichtmodul <i>Extension</i>	10 ECTS
Masterarbeit	25 ECTS
Masterprüfung	2 ECTS

(2) Modulbeschreibungen

Studierende absolvieren je nach Vorbildung eine der folgenden Alternativen Pflichtmodulgruppen:

(2.1) Alternative Pflichtmodulgruppe *Foundations of Computational Science A*

Für Absolvent*innen eines naturwissenschaftlichen Vorstudiums (beispielsweise Astronomie, Biologie, Chemie, Meteorologie, Pharmazie, Physik) ist die alternative Pflichtmodulgruppe *Foundations of Computational Science A* verpflichtend vorgesehen. Diese besteht aus dem Pflichtmodul *Numerical Mathematics 1* im Ausmaß von 12 ECTS-Punkten und der Pflichtmodulgruppe *Programming and Algorithms* mit insgesamt 12 ECTS-Punkten.

APMG-A	Alternative Pflichtmodulgruppe <i>Foundations of Computational Science A</i>	ECTS-Punkte 24
PM-NUM1	Pflichtmodul <i>Numerical Mathematics 1</i>	12
PMG-PA	Pflichtmodulgruppe <i>Programming and Algorithms</i>	12

(2.2) Alternative Pflichtmodulgruppe *Foundations of Computational Science B*

Für Absolvent*innen eines Vorstudiums aus Mathematik ist die alternative Pflichtmodulgruppe *Foundations of Computational Science B* verpflichtend vorgesehen. Diese besteht aus der Pflichtmodulgruppe *Programming and Algorithms* im Ausmaß von 12 ECTS-Punkten und 2 Wahlmodulen mit insgesamt 12 ECTS-Punkten aus der Wahlmodulgruppe *Computational Natural Sciences*.

APMG-B	Alternative Pflichtmodulgruppe <i>Foundations of Computational Science B</i>	ECTS-Punkte 24
PMG-PA	Pflichtmodulgruppe <i>Programming and Algorithms</i>	12
WMG-NAT	Wahlmodulgruppe <i>Computational Natural Sciences</i>	12

(2.3) Alternative Pflichtmodulgruppe *Foundations of Computational Science C*

Für Absolvent*innen eines Vorstudiums aus Informatik ist die alternative Pflichtmodulgruppe *Foundations of Computational Science C* verpflichtend vorgesehen. Diese besteht aus dem Pflichtmodul *Numerical Mathematics 1* im Ausmaß von 12 ECTS-Punkten und 2 Wahlmodulen mit insgesamt 12 ECTS-Punkten aus der Wahlmodulgruppe *Computational Natural Sciences*.

APMG-C	Alternative Pflichtmodulgruppe <i>Foundations of Computational Science C</i>	ECTS-Punkte 24
PM-NUM1	Pflichtmodul <i>Numerical Mathematics 1</i>	12
WMG-NAT	Wahlmodulgruppe <i>Computational Natural Sciences</i>	12

(2.4) Modulbeschreibungen der Module der Alternativen Pflichtmodulgruppen

Pflichtmodul *Numerical Mathematics 1* (12 ECTS-Punkte)

Für Studierende der Alternativen Pflichtmodulgruppen *Foundations of Computational Science A & C* ist folgendes Pflichtmodul zu absolvieren:

PM-NUM1	<i>Numerical Mathematics 1</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 12
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Behandlung von Grundaufgaben der Numerischen Mathematik und Modellierung, insbesondere über die folgenden Themen: Fehler, Kondition, Stabilität, Konvergenzordnung, Effizienz von Verfahren; 1D Analysis: Interpolation, Extrapolation, FFT, univariate Nullstellenprobleme (Bisektion, Sekantenverfahren, Wurzelsekantenverfahren, Newton-Verfahren), numerisches und algorithmisches Differenzieren, numerisches Integrieren; numerische lineare Algebra: Matrix-Faktorisierungen, Lösung von linearen Gleichungssystemen, Lösung von linearen kleinsten Quadrateproblemen, Lösung von Eigenwertproblemen, Berechnung der Singulärwertzerlegung; Mehrdimensionale nichtlineare Gleichungssysteme.	
Modulstruktur	VO zu Numerical Mathematics 1: 6 ECTS, 4 SSt. (npi) UE zu Numerical Mathematics 1: 6 ECTS, 4 SSt. (pi)	
Leistungs-nachweis	Erfolgreicher Abschluss der im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfung (npi) (6 ECTS) und der prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (6 ECTS)	

Pflichtmodulgruppe *Programming and Algorithms* (12 ECTS-Punkte)

Für Studierende der Alternativen Pflichtmodulgruppen *Foundations of Computational Science A & B* sind folgende Pflichtmodule zu absolvieren:

PROG	<i>Programming</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 6
------	--------------------------------------	---------------

Teilnahmevoraussetzung	keine
Modulziele	Studierende kennen fortgeschrittene Konzepte der imperativen und objektorientierten Entwicklung und können deren unterschiedliche Realisierung in verschiedenen Programmiersprachen hinsichtlich ihrer Tauglichkeit für bestimmte Einsatzszenarien bewerten. Sie können selbstständig Programmsysteme für komplexere Aufgabenstellungen in unterschiedlichen imperativen und objektorientierten Sprachen implementieren und beherrschen die grundlegenden Techniken, derartige Programmsysteme zu testen und zu debuggen.
Modulstruktur	VU zu Programming: 6 ECTS, 4 SSt. (pi)
Leistungs-nachweis	Erfolgreicher Abschluss der im Modul vorgesehenen prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (6 ECTS)

PLC	<i>Programming Languages and Concepts</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 6
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Nach Absolvierung des Moduls kennen die Studierenden die unterschiedlichen Paradigmen und fortgeschrittene Konzepte von Programmiersprachen und können informierte Entscheidungen beim Einsatz geeigneter Programmiermethoden treffen. Sie kennen die wesentlichen Ansätze zum Design und zur Implementierung ausgewählter Sprachfeatures und verfügen über ein grundlegendes Verständnis zur Übersetzung, statischen Analyse und Laufzeitunterstützung. Die Studierenden können diese Kenntnisse im Rahmen von Programmierübungen anwenden.	
Modulstruktur	VU zu Programming Languages and Concepts: 6 ECTS, 4 SSt. (pi)	
Leistungs-nachweis	Erfolgreicher Abschluss der im Modul vorgesehenen prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (6 ECTS)	

Wahlmodulgruppe *Computational Natural Sciences* (12 ECTS-Punkte)

Für Studierende der Alternativen Pflichtmodulgruppen *Foundations of Computational Science B & C* sind aus dieser Wahlmodulgruppe nach Maßgabe des Angebots 2 Wahlmodule im Ausmaß von insgesamt 12 ECTS-Punkten zu wählen.

ICA	<i>Introduction to Computational Astrophysics</i> (Wahlmodul)	ECTS-Punkte 6
Teilnahmevoraussetzung	Keine	
Modulziele	Nach Absolvierung dieses Moduls beherrschen die Studierenden grundlegende Methoden der Computational Astrophysics und können diese auf Problemstellungen aus verschiedenen Bereichen der Astrophysik (Planeten – Sterne – Galaxien – Kosmologie) anwenden. Die Studierenden sind mit folgenden Konzepten und Methoden vertraut: Datenverarbeitung, N-body Dynamik, Hydrodynamik, statistische Methoden.	
Modulstruktur	VO zu Introduction to Computational Astrophysics: 3 ECTS, 2 SSt. (npi) UE zu Introduction to Computational Astrophysics: 3 ECTS, 2 SSt. (pi)	

Leistungs- nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfung (npi) (3 ECTS) und der prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (3 ECTS)
------------------------	---

ICBD	<i>Introduction to Computational Biology and Drug Discovery</i> (Wahlmodul)	ECTS-Punkte 6
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden erlernen grundlegende Konzepte und Methoden der Bioinformatik und Pharmakoinformatik. Die Inhalte umfassen: Analyse, Vorhersage und Modellierung von biologischen Makromolekülen (Proteinen, DNA, RNA), biologische Datenbanken, Sequenzanalyse, Phylogenetische Analyse, Genannotation, vergleichende Genomik, Quantitative Struktur-Aktivitäts-Beziehungen, Molekulares Docking, Virtuelles Screening, Datenintegration, Hit-to-Lead Prozesse in der Arzneimittelforschung.	
Modulstruktur	VO zu Introduction to Computational Biology and Drug Discovery: 3 ECTS, 2 SSt. (npi) UE zu Introduction to Computational Biology and Drug Discovery: 3 ECTS, 2 SSt. (pi)	
Leistungs- nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfung (npi) (3 ECTS) und der prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (3 ECTS)	

ICCP	<i>Introduction to Computational Chemistry and Physics</i> (Wahlmodul)	ECTS-Punkte 6
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden erlernen grundlegende Konzepte und Methoden der computergestützten Modellierung von Atomen, Molekülen, Flüssigkeiten und Festkörpern. Die Inhalte umfassen: Grundlagen der Quantenmechanik (Schrödingergleichung, Atomorbitale, Wellenfunktionen), Theorie der chemischen Bindung (Valenzbindungstheorie, MO-Theorie), Elektronstrukturmethoden (Variationsverfahren, Hartree-Fock, Dichtefunktionaltheorie), Grundlagen der Kernbewegung (Molekulardynamik), Grundlagen der statistischen Mechanik (Ensembles, Monte Carlo-Simulation).	
Modulstruktur	VO zu Introduction to Computational Chemistry and Physics: 3 ECTS, 2 SSt. (npi) UE zu Introduction to Computational Chemistry and Physics: 3 ECTS, 2 SSt. (pi)	
Leistungs- nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfung (npi) (3 ECTS) und der prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (3 ECTS)	

ICM	<i>Introduction to Computational Meteorology</i> (Wahlmodul)	ECTS-Punkte 6
Teilnahmevoraussetzung	Keine	

Modulziele	Nach Absolvierung dieses Moduls haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der atmosphärischen Prozesse und ihrer Modellierung. Sie können diese auf Problemstellungen aus verschiedenen Bereichen der Meteorologie und Klimaforschung anwenden. Die Studierenden sind mit einigen der folgenden Konzepte und Methoden vertraut: Datenverarbeitung, numerische Methoden für prognostische partielle Differentialgleichungen, Parametrisierung physikalischer Prozesse, Datenassimilation und Ensemble Methoden, atmosphärische Transportmodellierung.
Modulstruktur	VO zu Introduction to Computational Meteorology: 3 ECTS, 2 SSt. (npi) UE zu Introduction to Computational Meteorology: 3 ECTS, 2 SSt. (pi)
Leistungs-nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfung (npi) (3 ECTS) und der prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (3 ECTS)

(2.5) Alternative Pflichtmodule *Data Science* (6 ECTS-Punkte)

Alle Studierende absolvieren nach Maßgabe des Angebots eines der beiden folgenden alternativen Pflichtmodule:

IML	<i>Introduction to Machine Learning</i> (Alternatives Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 6
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Studierende haben nach Abschluss des Moduls Kenntnis über moderne konzeptionelle Prinzipien zur Lösung verschiedener Probleme des Maschinellen Lernens sowie deren praktische Implementierung.	
Modulstruktur	VU zu Introduction to Machine Learning: 6 ECTS, 4 SSt. (pi)	
Leistungs-nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (6 ECTS)	

oder

SDS	<i>Statistics for Data Science</i> (Alternatives Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 6
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Introduction to Machine Learning	
Modulziele	Nach Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit folgenden Konzepten und Methoden vertraut und können diese in der Praxis selbständig anwenden: Modelle und Methoden für spezielle Datenstrukturen (z.B. zeitliche oder räumliche Informationen, Wartezeiten, Gruppen, Bilder oder Graphen). Modelle als Approximationen und als Projektionen. Informationen vs. Dimension (klassische Asymptotik und alternative Ansätze). Statistisches Lernen mit korrekt spezifizierten Modellen sowie unter möglicher Misspezifikation. Validation von Schätzern und Prädiktoren. Inferenz mit Schätzern und Prädiktoren für modellbasierte und modellfreie Ansätze.	

Modulstruktur	VU zu Statistics for Data Science: 6 ECTS, 4 SSt. (pi)
Leistungs-nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (6 ECTS)

(2.6) Pflichtmodulgruppe *Core of Computational Science* (30 ECTS-Punkte)

Alle Studierenden absolvieren die Pflichtmodulgruppe *Core of Computational Science*. Diese besteht aus einem Pflichtmodul zu fortgeschrittener Numerischer Mathematik (8 ECTS-Punkte), einem Pflichtmodul zu Algorithmen und Datenstrukturen (4 ECTS Punkte) sowie dem Pflichtmodul *Advanced Computational Science* mit einer Auswahl an fortgeschrittenen alternativen Lehrveranstaltungen aus den Bereichen naturwissenschaftliche Anwendungsfächer, Programmierung & Algorithmen sowie Data Science im Ausmaß von 18 ECTS-Punkten.

PM-NUM2	<i>Numerical Mathematics 2</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 8
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Numerical Mathematics 1	
Modulziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Behandlung von fortgeschrittenen Aufgaben der Numerischen Mathematik und Modellierung, insbesondere über die folgenden Themen: Numerische Lineare Algebra: Krylov-Räume und Iterationsverfahren (Arnoldi, Lanczos, CG, GMRES, etc.), dünnbesetzte lineare Algebra; Grundzüge der Monte-Carlo-Simulation; Analysis: Interpolation von Kurven und Flächen, mehrdimensionales Integrieren (Monte-Carlo, Quasi-Monte-Carlo); Lineare Optimierung; Numerische Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen (Einzelschrittverfahren, Mehrschrittverfahren, Randwertprobleme); Numerische Lösung von partiellen Differentialgleichungen (FEM, Differenzenverfahren).	
Modulstruktur	VO zu Numerical Mathematics 2: 5 ECTS, 3 SSt. (npi) UE zu Numerical Mathematics 2: 3 ECTS, 2 SSt. (pi)	
Leistungs-nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfung (npi) (5 ECTS) und der prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (3 ECTS)	

PM-ADS	<i>Algorithms and Data Structures for Computational Science</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 4
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Nach Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit folgenden Konzepten und Methoden vertraut und können diese in der Praxis selbständig anwenden: Entwicklung und Analyse von Algorithmen und deren Laufzeit, speziell für Graph- und Clusteringprobleme; effiziente exakte und approximative Algorithmen für Optimierungsprobleme wie <i>Greedy</i> -Algorithmen und lineare Programme mit Rundungstechniken; Algorithmen für große Datenmengen, wie <i>External-Memory</i> -Algorithmen, <i>Streaming</i> -Algorithmen, und <i>Online</i> -Algorithmen.	
Modulstruktur	VU zu Algorithms and Data Structures for Computational Science: 4 ECTS, 3 SSt. (pi)	

Leistungs- nachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen prüfungsimmanenten Lehrveranstaltung (pi) (4 ECTS)
------------------------	--

PM-ACS	<i>Advanced Computational Science</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 18
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden erwerben fortgeschrittene Kenntnisse der zentralen Inhalte und Methoden von Computational Science.	
Modulstruktur	Die Studierenden wählen nach Maßgabe des Angebots Lehrveranstaltungen im Ausmaß von insgesamt 18 ECTS-Punkten aus folgenden Bereichen, wobei aus jedem Bereich eine Mindestanzahl von ECTS-Punkten absolviert werden muss: 1. Mindestens 8 ECTS-Punkte aus den naturwissenschaftlichen Fächern. Wählbar sind aus den Masterstudiengängen der Universität Wien: • Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium Astronomie in den Bereichen Numerische Methoden und Data Science in Astronomie und Astrophysik. • Lehrveranstaltungen aus den Masterstudiengängen Biologie und Molekulare Biologie in den Bereichen Strukturbiochemie und Computational Biology, Bioinformatik, Molekulare Biologie, Genetik und Entwicklungsbiologie, Mikrobiologie und Immunbiologie, Theoretische Biologie, Evolutionsbiologie, Ökologie, Mikrobielle Ökologie sowie Verhaltens- Neuro- und Kognitionsbiologie. • Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium Chemie im Bereich der Theoretischen (Bio-)Chemie: Quantenchemie, Reaktionsdynamik, Molekulardynamik und Cheminformatik. • Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium Meteorologie im Bereich Modellierung der Atmosphäre, des Klimasystems und der Datenauswertung. • Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium Drug Discovery and Development aus den Bereichen Pharmacoinformatics, Data Science in Drug Discovery, Biophysics in Drug Discovery. • Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium Physik-Core mit Bezug zu Computational Physics. 2. Mindestens 6 ECTS-Punkte aus Programmierung & Algorithmen und/oder Data Science. Wählbar sind aus den Masterstudiengängen der Universität Wien: • Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium Informatik aus den Bereichen Algorithms, Data Analysis, und Parallel Computing. • Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium Data Science aus den Bereichen Machine Learning, Statistik, Mathematik, Optimierungsmethoden, sofern nicht im Teil I des Studiums als alternatives Pflichtmodul aus dem Bereich Data Science absolviert. Die in Frage kommenden und für dieses Modul wählbaren Lehrveranstaltungen werden im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.	

Leistungsnachweis	Erfolgreiche Absolvierung von im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfungen (npi) und/oder prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen (pi) (insgesamt 18 ECTS)
--------------------------	--

(2.7) Pflichtmodul *Academic Skills and Ethics* (3 ECTS-Punkte)

Alle Studierende absolvieren folgendes Pflichtmodul:

PM-ASE	<i>Academic Skills and Ethics</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 3
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden erwerben Fertigkeiten im wissenschaftlichen Publizieren und Präsentieren, kennen die Grundsätze der guten wissenschaftlichen Praxis und besitzen ein grundlegendes Verständnis der Ethik und deren Anwendung auf die Forschungstätigkeit.	
Modulstruktur	Die Studierenden wählen nach Maßgabe des Angebots nicht-prüfungsimmanente (npi) und/oder prüfungsimmanente (pi) Lehrveranstaltungen im Ausmaß von insgesamt 3 ECTS-Punkten. Die aktuell für dieses Modul in Frage kommenden Lehrveranstaltungen werden im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.	
Leistungsnachweis	Erfolgreiche Absolvierung der im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfungen (npi) und/oder prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen (pi) (3 ECTS)	

(2.8) Pflichtmodul *Specialisation* (20 ECTS-Punkte)

Alle Studierende absolvieren folgendes Pflichtmodul:

PM-SPEC	<i>Specialisation</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 20
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden vertiefen nach freier Wahl ihre Fachkenntnisse in Themengebieten der aktuellen Forschung in Computational Science an den beteiligten Fakultäten. Sie erwerben die Fähigkeit eine wissenschaftliche Fragestellung durch den Einsatz moderner computerorientierter Methoden zu bearbeiten und bereiten sich auf das selbständige wissenschaftliche Arbeiten im Rahmen ihrer Masterarbeit vor. Vertiefende Praktika können auch in Form einer eigenständigen Projektarbeit durchgeführt werden. Studierende haben die Möglichkeit in diesem Modul auch Forschungspraktika zu absolvieren. Hierbei erwerben sie vertiefende Kenntnisse zum selbständigen Einsatz moderner computerorientierter Methoden zur Behandlung konkreter wissenschaftlicher Fragestellungen.	

Modulstruktur	Studierende wählen nach Maßgabe des Angebots Vorlesungen, Seminare, Vorlesungen verbunden mit Übungen, Laborpraktika, Praktika und/oder Forschungspraktika im Gesamtausmaß von 20 ECTS-Punkten. Maximal 10 ECTS-Punkte können für Laborpraktika oder ein Forschungspraktikum verwendet werden. Die aktuell für dieses Modul in Frage kommenden Lehrveranstaltungen werden im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Das Lehrangebot kann dabei an die Nachfrage der Studierenden und an die Entwicklung aktueller interdisziplinärer Forschungsschwerpunkte angepasst werden. <u>Forschungspraktika (PR Forschung):</u> Forschungspraktika können an den beteiligten Fakultäten der Universität Wien oder ausländischen Universitäten/Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Für die Anerkennung von Forschungspraktika an externen Forschungseinrichtungen muss im Voraus eine Genehmigung bei der zuständigen Studienprogrammleitung eingeholt werden. Hierbei ist als lokale Qualitätssicherung eine Empfehlung durch eine Lehrende oder einen Lehrenden der am Masterprogramm beteiligten Fakultäten von der/dem um Vorabgenehmigung ansuchenden Studierende/n beizulegen.
Leistungsnachweis	Erfolgreiche Absolvierung von im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfungen (npi) und/oder prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen (pi) (insgesamt 20 ECTS)

Zur Förderung des internationalen Austausches besteht auch die Möglichkeit, dieses Modul nach Vorabgenehmigung durch die Studienprogrammleitung durch ein passendes Kursprogramm an einer anderen in- oder ausländischen Universität zu ersetzen.

(2.9) Pflichtmodul *Extension* (10 ECTS-Punkte)

Alle Studierende absolvieren folgendes Pflichtmodul:

PM-EXT	<i>Extension</i> (Pflichtmodul)	ECTS-Punkte 10
Teilnahmevoraussetzung	keine	
Modulziele	Die Studierenden besitzen je nach Wahl vertiefte Kenntnisse zu Fachdisziplinen, die ihr Studium sinnvoll ergänzen. Das Modul kann einerseits zur interdisziplinären Verbreiterung in den Kern- und Anwendungsfächern des Masterstudiums Computational Science oder fachnahen Themengebieten mit naturwissenschaftlichem, technischem, mathematischem oder informatischem Bezug und andererseits zur weiteren fachbezogenen Spezialisierung genutzt werden.	

Modulstruktur	Die Studierenden wählen nach Maßgabe des Angebots nicht-prüfungsimmanente (npi) und/oder prüfungsimmanente (pi) Lehrveranstaltungen im Ausmaß von insgesamt 10 ECTS-Punkten. <u>Wählbar sind:</u> • Nicht absolvierte Lehrveranstaltungen aus dem Modul PM-ACS des Masterstudiums Computational Science an der Universität Wien. • Nicht absolvierte Lehrveranstaltungen aus dem Modul PM-SPEC des Masterstudiums Computational Science an der Universität Wien. • Lehrveranstaltungen aus anderen Master-Curricula der Universität Wien (oder anderer in- und ausländischer Universitäten) mit fachnahe Bezug (technisch, mathematisch, naturwissenschaftlich oder informatisch). • maximal 5 ECTS-Punkte aus fachfremden Themengebieten (andere Lehrveranstaltungen an der Universität Wien oder an anderen Universitäten).
Leistungsnachweis	Erfolgreiche Absolvierung von im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfungen (npi) und/oder prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen (pi) (insgesamt 10 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 25 ECTS-Punkten.

§ 7 Masterprüfung

(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 Defensio und besteht aus der Verteidigung der Masterarbeit und einer Prüfung über deren wissenschaftliches Umfeld. Die Beurteilung erfolgt gemäß den Bestimmungen der Satzung.

(3) Die Masterprüfung ist vor einem Prüfungssenat gemäß den Bestimmungen des studienrechtlichen Teils der Satzung der Universität Wien abzulegen.

(4) Die Masterprüfung hat einen Umfang von 2 ECTS-Punkten.

§ 8 Mobilität im Masterstudium

Studierende können Studienleistungen im Ausland absolvieren. Es wird empfohlen, entweder im 2. Semester

oder im 3. Semester im Rahmen eines Auslandssemesters inhaltlich äquivalente Kurse aus den Modulen PMG-ACS oder PM-SPEC oder PM-EXT im Ausland zu absolvieren. Die Anerkennung der im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das studienrechtlich zuständige Organ.

§ 9 Einteilung der Lehrveranstaltungstypen

(1) Für nicht-prüfungsimmanente (npi) Lehrveranstaltungen werden folgende Lehrveranstaltungstypen festgelegt:

Vorlesungen (VO) [nicht-prüfungsimmanent] dienen der Wissensvermittlung hauptsächlich durch Vortrag der/des Lehrenden, der mit interaktiven Elementen verbunden werden kann. Der Lehrinhalt muss außerhalb der Lehrveranstaltungszeit durch Selbststudium vertieft werden, wobei es Anleitungen zum Selbststudium und/oder Ergänzungsliteratur gibt, um ein kontinuierliches und vertiefendes Lernen zu fördern. Der Leistungsnachweis erfolgt bei Vorlesungen durch Ablegung einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung.

(2) Prüfungsimmanente (pi) Lehrveranstaltungen werden als folgende Lehrveranstaltungstypen angeboten:

Vorlesungen verbunden mit Übungen (VU) [prüfungsimmanent] verbinden die Vermittlung von Fach- und/oder Methodenwissen im Vorlesungsteil mit der Anwendung im Übungsteil. Eine VU entspricht einer Vorlesung (VO) mit begleitenden Übungen, wobei die zeitliche Abfolge zwischen vorlesungsartigen und übungsartigen Teilen von dem/der Lehrenden je nach Bedarf vorgenommen werden kann. Vorlesungs- und Übungsteil müssen gemeinsam abgeschlossen werden. Für das Erlangen der mit einer VU verbundenen Studienziele ist auch Selbststudium außerhalb der Lehrveranstaltungszeit erforderlich. Der Leistungsnachweis erfolgt auf Grund mehrerer schriftlicher oder mündlicher, während der Lehrveranstaltung erbrachter Teilleistungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer oder über die Durchführung und Abgabe selbstständig bearbeiteter Arbeitsaufgaben.

Übungen (UE) [prüfungsimmanent] dienen der Anwendung von bereits erworbenem Wissen sowie der Einübung von Fertigkeiten, die für die Beherrschung des Lehrstoffes benötigt werden. Dies geschieht anhand von selbständigem Arbeiten oder Teamarbeit der Studierenden an konkreten Aufgaben und Problemstellungen. Die Studierenden werden in kleinen Gruppen betreut, wobei die Leiterin oder der Leiter eine überwiegend anleitende und kontrollierende Tätigkeit ausübt und eine ausgeprägte Feedback-Kultur umsetzt. Für den Leistungsnachweis werden mehrere unabhängige schriftliche oder mündliche Teilleistungsfeststellungen während der Lehrveranstaltung herangezogen.

Forschungspraktika (PR Forschung) [prüfungsimmanent] ermöglichen den Studierenden, das wissenschaftliche Arbeiten der Forscherinnen und Forscher in den Forschungsgruppen der am Masterstudium Computational Science beteiligten Fakultäten oder an außeruniversitären Forschungseinrichtungen kennenzulernen. Dies kann im Rahmen der Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt oder durch eine eigene kleine Projektarbeit erfolgen. Die Forschungspraktika sind zeitlich auf 6 Monate beschränkt und werden nur mit „mit Erfolg teilgenommen“/„ohne Erfolg teilgenommen“ bewertet. Der Umfang der Forschungspraktika beträgt 10 ECTS-Punkte, für die ein schriftlicher Leistungsnachweis über die Absolvierung von 250 Arbeitsstunden von der Einrichtung, an der das Forschungspraktikum absolviert wurde, erbracht werden muss. Für die Akzeptanz von Forschungspraktika an externen Forschungseinrichtungen oder anderen Universitäten muss im Voraus die Genehmigung der zuständigen Studienprogrammleitung eingeholt werden. Hierbei ist als lokale Qualitätssicherung eine Empfehlung durch eine Lehrende oder einen Lehrenden der beteiligten Fakultäten von der/dem um Vorabgenehmigung ansuchenden Studierende/n beizulegen.

§ 10 Teilnahmebeschränkungen und Anmeldeverfahren

(1) Für Lehrveranstaltungen gelten die hier angegebenen generellen Teilnahmebeschränkungen:
Die Aufnahme in Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter erfolgt nach Maßgabe der verfügbaren Plätze. Für die folgenden Lehrveranstaltungen gelten die hier angegebenen generellen Teilungsziffern:

Vorlesungen verbunden mit Übungen (VU)	25
Übungen (UE)	25

(2) Für alle mitverwendeten Lehrveranstaltungen gelten die in den jeweiligen Curricula vorgesehenen Teilungsziffern.

(3) Die Modalitäten zur Anmeldung zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen sowie zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen richten sich nach den Bestimmungen der Satzung.

§ 11 Prüfungsordnung

(1) Leistungsnachweis in Lehrveranstaltungen

Die*der Leiter*in einer Lehrveranstaltung hat die erforderlichen Ankündigungen gemäß den Bestimmungen der Satzung vorzunehmen.

(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) Prüfungsverfahren

Für das Prüfungsverfahren gelten die Regelungen der Satzung.

(4) Verbot der Doppelerkennung und Verbot der Doppelverwendung

Lehrveranstaltungen und Prüfungen, die bereits für das als Zulassungsvoraussetzung geltende Studium absolviert wurden, können im Masterstudium nicht nochmals anerkannt werden. Sollten Lehrveranstaltungen verpflichtend vorgeschrieben sein, die bereits für das als Zulassungsvoraussetzung geltende Studium absolviert wurden, so kann das nach den Organisationsvorschriften studienrechtlich zuständige Organ anstelle dieser Lehrveranstaltungen Ersatzlehrveranstaltungen festlegen. Lehrveranstaltungen und Prüfungen, die bereits für ein anderes Pflicht- oder Wahlmodul dieses Studiums absolviert wurden, können in einem anderen Modul desselben Studiums nicht nochmals verwendet werden. Dies gilt auch bei Anerkennungsverfahren.

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

§ 12 Inkrafttreten

Dieses Curriculum tritt nach der Kundmachung im Mitteilungsblatt der Universität Wien mit 1. Oktober 2022 in Kraft.

§ 13 Übergangsbestimmungen

- (1) Dieses Curriculum gilt für alle Studierenden, die ab Wintersemester 2022/23 das Studium beginnen.
- (2) Wenn im späteren Verlauf des Studiums Lehrveranstaltungen, die auf Grund der ursprünglichen Studienpläne bzw. Curricula verpflichtend vorgeschrieben waren, nicht mehr angeboten werden, hat das nach den Organisationsvorschriften der Universität Wien studienrechtlich zuständige Organ von Amts wegen (Äquivalenzverordnung) oder auf Antrag der*des Studierenden festzustellen, welche Lehrveranstaltungen und Prüfungen anstelle dieser Lehrveranstaltungen zu absolvieren sind.
- (3) Studierende, die vor diesem Zeitpunkt das Masterstudium Computational Science begonnen haben, können sich jederzeit durch eine einfache Erklärung freiwillig den Bestimmungen dieses Curriculums unterstellen.
- (4) Studierende, die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieses Curriculums dem vor Erlassung dieses Curriculums gültigen Mastercurriculum Computational Science (MBL. vom 15.05.2013, 25. Stück, Nummer 150) unterstellt waren, sind berechtigt, ihr Studium bis längstens 31.10.2024 abzuschließen.
- (5) Das nach den Organisationsvorschriften studienrechtlich zuständige Organ ist berechtigt, generell oder im Einzelfall festzulegen, welche der absolvierten Lehrveranstaltungen und Prüfungen für dieses Curriculum anzuerkennen sind.

Im Namen des Senates:
Der Vorsitzende der Curricularkommission
K r a m m e r

Anhang

Empfohlener Pfad durch das Studium:

1. Semester 30 ECTS			2. Semester 30 ECTS	3. Semester 33 ECTS	4. Semester 27 ECTS
Pfad A	Pfad B	Pfad C			
PM-NUM1 <i>Pflichtmodul</i> 12 ECTS	PMG-PA <i>Pflichtlmodulgr.</i> 12 ECTS	PM-NUM1 <i>Pflichtmodul</i> 12 ECTS	PM-NUM2 <i>Pflichtmodul</i> 8 ECTS	PM-ASE <i>Pflichtmodul</i> , 3 ECTS	Masterarbeit <i>Pflichtmodul</i> 25 ECTS
			PM-ADS <i>Pflichtmodul</i> , 4 ECTS	PM-SPEC <i>Pflichtmodul</i> 20 ECTS	
PMG-PA <i>Pflichtmodulgr.</i> 12 ECTS	WMG-NAT <i>Wahlmodulgr.</i> 12 ECTS	WMG-NAT <i>Wahlmodulgr.</i> 12 ECTS	PM-ACS <i>Pflichtmodul</i> 18 ECTS	PM-EXT <i>Pflichtmodul</i> 10 ECTS	
Data Science <i>Alternative Pflichtmodule</i> 6 ECTS					