



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Bachelor

**Master**

Doktorat

Universitäts-  
lehrgang

Studienplan (Curriculum)  
für das

**Masterstudium  
Data Science  
UE 066 645**

Technische Universität Wien  
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien  
am 17. Juni 2024

Gültig ab 1. Oktober 2024

# Inhaltsverzeichnis

§1 Grundlage und Geltungsbereich	3
§2 Qualifikationsprofil	3
§3 Dauer und Umfang	5
§4 Zulassung zum Masterstudium	5
§5 Aufbau des Studiums	6
§6 Lehrveranstaltungen	10
§7 Prüfungsordnung	13
§8 Studierbarkeit und Mobilität	15
§9 Diplomarbeit	15
§10 Akademischer Grad	15
§11 Qualitätsmanagement	16
§12 Inkrafttreten	17
§13 Übergangsbestimmungen	18
A Modulbeschreibungen	19
B Übergangsbestimmungen	36
C Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	39
D Semesterempfehlung für schief einsteigende Studierende	40
E Wahlfachkatalog „Transferable Skills“	41
F Erweiterungsstudium Innovation	42
G Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen	43

# §1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche, englischsprachige Masterstudium *Data Science* an der Technischen Universität Wien. Dieses Masterstudium basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 – UG (BGBl. I Nr. 120/2002 idgF) – und den *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung dieses Studiums orientieren sich am Qualifikationsprofil gemäß Abschnitt §2.

# §2 Qualifikationsprofil

Data Science beschäftigt sich mit großen, heterogenen Datenmengen (Big Data) aus verschiedenen Anwendungsbereichen (z.B. Produktion, Energie, Umwelt, Gesundheit, Social Media), um wertvolle Erkenntnisse und aussagekräftige und in Maßnahmen umsetzbare Informationen (Actionable Information) zu erzeugen. Die Teilbereiche von Data Science umfassen u.a. Bearbeitung und Fusion von heterogenen Daten aus verschiedenen Quellen (Data Gathering), Analyse und statistische Modellierung der Daten (Data Analytics) bis zur interaktiven Visualisierung der Daten (Visual Analytics) und die Verwendung der Ergebnisse (Decision Support). Anforderungen hinsichtlich Reproduzierbarkeit von Ergebnissen und die Wiederverwendung von Daten (Data Curation) sowie der Betrieb von großen Rechen-/Datenzentren (Data Center Operations) sind von zentraler Bedeutung. Der vorliegende Studienplan vermittelt und integriert Kompetenzen aus den Bereichen Informationstechnologie, Mathematik sowie aus spezifischen Anwendungsdisziplinen. Diese Qualifikationen werden zunehmend in Wissenschaft und Wirtschaft gefordert.

Die Inhalte werden, aufbauend auf einigen wenigen zentralen Grundlagenfächern, hauptsächlich durch die Wahl von mindestens zwei aus folgenden vier *Schlüsselbereichen* (SB) der Data Science vermittelt.

- Fundamentals of Data Science
- Machine Learning and Statistics
- Visual Analytics and Semantic Technologies
- Big Data and High Performance Computing

Jeder Schlüsselbereich besteht aus einem als „Gatekeeper“ agierendem Pflicht-Modul (Core-Modul) und einem Erweiterungsmodul (Extension Module), aus dem thematisch relevante Lehrveranstaltungen frei gewählt werden können; gegebenenfalls kommen noch entsprechende Auflagen für die Studienzulassung hinzu.

Das Masterstudium *Data Science* vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch fundierte, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, welche die Absolvent\_innen sowohl für eine Weiterqualifizierung vor allem im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt und international konkurrenzfähig macht. Absolvent\_innen

- agieren als Bindeglied zwischen den technischen Infrastrukturen und den jeweiligen Domänen in Forschung und Entwicklung in Branchen wie z.B. Pharma, Operations Research, Nanotechnologie, Marketing, Logistik.
- sind in der Lage, komplexe Zusammenhänge, Muster und Wissen aus Rohdaten strukturiert zu gewinnen und zu kommunizieren.
- haben die Kompetenz die Einrichtung und den Betrieb von Daten- und Rechenzentren mitzugestalten.
- sind in der Lage, Forschung und Innovation im Bereich der eScience sowohl auf informatisch/technischer Ebene als auch interdisziplinär voranzutreiben.

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Data Science* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

### **Fachliche und methodische Kompetenzen**

- Vertiefende mathematische Grundlagen und Methoden von Data Science (insbesondere statistische Datenanalyse und -modellierung)
- Vertiefende Konzepte und Methoden in spezifischen informatischen Aspekten von Data Science, insbesondere Dateninfrastrukturen, Datenmanagement, Datenanalyse und Visualisierung
- Vertiefende Grundlagen und Methoden in ausgewählten Gebieten anderer Wissenschaftsdisziplinen (wie zum Beispiel Architektur, Astronomie, Biologie, Chemie, Digitale Geisteswissenschaften, Earth Sciences, Medizin, Physik, Sozialwissenschaften)

### **Kognitive und praktische Kompetenzen**

- Wissenschaftlich fundierte Systemanalyse
- Integrative Sichtweise
- Wahl geeigneter wissenschaftlicher Methoden zur Modellbildung und Abstraktion
- Lösungsfindung und Evaluation
- Umfassende und präzise Dokumentation von Lösungen und deren kritischer Evaluation
- Fähigkeit zur überzeugenden Präsentation in einem interdisziplinären Umfeld
- Zielorientierte Arbeitsmethodik

### **Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen**

- Selbstorganisation, Eigeninitiative und Eigenverantwortlichkeit
- Steigerung des individuellen Kreativitäts- und Innovationspotentials
- Problemformulierungs- und Problemlösungskompetenz
- Kommunikation und Kritikfähigkeit
- Reflexion der eigenen Fähigkeiten und Grenzen
- Kompetenz zur Teamarbeit und Verantwortung in komplexen interdisziplinären Projekten
- Folgenabschätzung und ethische Bewertung
- Strategisches Denken und Planen

### §3 Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Data Science* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeitstudium.

ECTS-Punkte (ECTS) sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte, wobei ein ECTS-Punkt 25 Arbeitsstunden entspricht (gemäß § 54 Abs. 2 UG).

### §4 Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Data Science* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind.

Die Unterrichtssprache ist Englisch. Studienbewerber\_innen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die erforderlichen Sprachkenntnisse nachzuweisen. Die Form des Nachweises ist in einer Verordnung des Rektorats festgelegt.

Ein Bachelorstudium kommt fachlich in Frage, wenn die wesentlichen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen der Module

- WIN/DBS - Datenbanksysteme
- INT/ADA - Algorithmen und Datenstrukturen
- INT/PRO - Einführung in die Programmierung
- STW/ADM - Algebra
- STW/ANA - Analysis
- STW/STA - Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie

des Bachelorstudiums „Wirtschaftsinformatik“ vorhanden sind.

Fachlich in Frage kommen jedenfalls die TU Wien Bachelorstudien

- Informatik
- Medieninformatik und Visual Computing
- Medizinische Informatik
- Software & Information Engineering
- Wirtschaftsinformatik

deren Absolvent\_innen ohne Auflagen zuzulassen sind.

Absolvent\_innen des Bachelorstudiums Technische Informatik und des Bachelorstudiums Technische Mathematik an der TU Wien haben die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen des Moduls

- WIN/DBS - Datenbanksysteme

nachzuweisen oder als Zulassungsaufgabe zu erwerben.

Absolvent\_innen der Bachelorstudien Statistik und Wirtschaftsmathematik sowie Finanz- und Versicherungsmathematik an der TU Wien haben die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen der Module

- WIN/DBS - Datenbanksysteme
- INT/ADA - Algorithmen und Datenstrukturen

nachzuweisen oder als Zulassungsaufgabe zu erwerben.

Für Absolvent\_innen anderer Studien sind die oben angeführten Voraussetzungen individuell zu prüfen und gegebenenfalls Auflagen zu erteilen.

Um den geforderten Umfang an ECTS-Punkten zu erreichen, können bei der Zulassung zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden; diese können im Modul Freie Wahlfächer und Transferable Skills verwendet werden. Ungeachtet dessen sind im Modul Freie Wahlfächer und Transferable Skills jedoch weiterhin 4,5 ECTS an Transferable Skills zu absolvieren. Außerdem können zusätzliche Einschränkungen in der Wahl der zu absolvierenden Module in den Schlüsselbereichen festgelegt werden.

## §5 Aufbau des Studiums

Die Inhalte und Qualifikationen des Studiums werden durch *Module* vermittelt. Ein Modul ist eine Lehr- und Lerneinheit, welche durch Eingangs- und Ausgangsqualifikationen, Inhalt, Lehr- und Lernformen, den Regelarbeitsaufwand sowie die Leistungsbeurteilung gekennzeichnet ist. Die Absolvierung von Modulen erfolgt in Form einzelner oder mehrerer inhaltlich zusammenhängender *Lehrveranstaltungen*. Thematisch ähnliche Module werden zu *Prüfungsfächern* zusammengefasst, deren Bezeichnung samt Umfang und Gesamtnote auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen wird.

### Prüfungsfächer und zugehörige Module

Das Masterstudium *Data Science* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen. Neben den Pflichtmodulen sind mindestens zwei Schlüsselbereiche (SB) zu wählen, deren in den entsprechenden Prüfungsfächern zuerst angeführte *Core-Module* auf jeden Fall zu absolvieren sind. Wahlfächer können beliebig aus den Extension-Modulen der gewählten Schlüsselbereiche gewählt werden, sodass zusammen mit der Diplomarbeit und den Lehrveranstaltungen im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* mindestens 120 ECTS erreicht werden. Werden in den Schlüsselbereichen mehr als die erforderlichen ECTS absolviert, können im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* im gleichen Ausmaß weniger ECTS absolviert werden, jedoch sind darin mindestens 4,5 ECTS aus dem Bereich der Transferable Skills zu absolvieren. Seminare, Praktika und Projektarbeiten können höchstens einmal gewählt werden. Wahlfächer aus Extension-Modulen von Schlüsselbereichen, deren Core-Modul nicht positiv absolviert wurde, können für den Studienabschluss nicht verwendet werden.

## **Data Science - Foundations**

FDS/FD – Fundamentals of Data Science - Foundations (9,0 ECTS)

MLS/FD – Machine Learning and Statistics - Foundations (9,0 ECTS)

BDHPC/FD – Big Data and High Performance Computing - Foundations (9,0 ECTS)

VAST/FD – Visual Analytics and Semantic Technologies - Foundations (9,0 ECTS)

## **Domain-Specific Aspects of Data Science**

DSA – Domain-Specific Aspects of Data Science (9,0 ECTS)

## **Fundamentals of Data Science - Core and Extension (SB)**

FDS/CO – Fundamentals of Data Science - Core (6,0 ECTS)

FDS/EX – Fundamentals of Data Science - Extension (max 18,0 ECTS)

## **Machine Learning and Statistics - Core and Extension (SB)**

MLS/CO – Machine Learning and Statistics - Core (6,0 ECTS)

MLS/EX – Machine Learning and Statistics - Extension (max 18,0 ECTS)

## **Big Data and High-Performance Computing - Core and Extension (SB)**

BDHPC/CO – Big Data and High Performance Computing - Core (6,0 ECTS)

BDHPC/EX – Big Data and High Performance Computing - Extension (max 18,0 ECTS)

## **Visual Analytics and Semantic Technologies - Core and Extension (SB)**

VAST/CO – Visual Analytics and Semantic Technologies - Core (6,0 ECTS)

VAST/EX – Visual Analytics and Semantic Technologies - Extension (max 18,0 ECTS)

## **Freie Wahlfächer und Transferable Skills**

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

## **Diplomarbeit**

Siehe Abschnitt §9.

## Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Data Science* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

**BDHPC/FD – Big Data and High Performance Computing - Foundations (9,0 ECTS)** Dieses Modul vermittelt vertiefende Kenntnisse zu technischen Infrastrukturen und Programmierparadigmen für den Umgang mit "Big Data". Konkret führt das Modul in Methoden zum Management und zur Verarbeitung von großen, polystrukturierten Daten in hoch skalierbaren Umgebungen ein. Im Bereich Datenmanagement und Datenbanksysteme werden zentrale Konzepte der Anfrageoptimierung, über das relationale Datenmodell hinausgehende Datenmodelle, und verteilte Datenverarbeitungstechniken behandelt. Weiters führt das Modul in zentrale Modellierungsansätze, Algorithmen, Technologien und Methoden zur Skalierung datenintensiver Analysen und Anwendungen ein.

**BDHPC/CO – Big Data and High Performance Computing - Core (6,0 ECTS)** Das Ziel des Moduls ist, Studierenden ein grundsätzliches Verständnis des parallelen Rechnens und paralleler Rechnerarchitekturen zu vermitteln. Das beinhaltet verschiedene Programmiermodelle, -sprachen und -schnittstellen für die Programmierung paralleler Rechnerarchitekturen (z.B. MPI und OpenMP) sowie Leistungsanalyse und als besonderen Schwerpunkt Energieeffizienz von Datenzentren.

**BDHPC/EX – Big Data and High Performance Computing - Extension (max 18,0 ECTS)** Dieses Modul umfasst Lehrveranstaltungen im Bereich Big Data und High Performance Computing Technologien, die als Vertiefung bzw. Verbreiterung der erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Modul BDHPC/CO – Big Data and High Performance Computing - Core Modul dienen.

**FDS/FD – Fundamentals of Data Science - Foundations (9,0 ECTS)** Dieses Modul vermittelt die Basiskenntnisse von Data Science. Ein Schwerpunkt liegt auf Computational Thinking, die Formulierung von Problemen und ihrer Lösungsformen, sodass Computer sie ausführen können. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf Strategien für den Entwurf von Experimenten, unter Berücksichtigung von Workflow Umgebungen und Aspekten der Reproduzierbarkeit und Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen. Für die Analyse von Daten werden grundlegende statistische Methoden vermittelt. Es führt Studierende in die komplexen rechtlichen und ethischen Anforderungen ein, die das Arbeiten mit Daten bedingen. Es behandelt Themengebiete wie Privacy und Datenschutz sowie rechtliche Fragestellungen und ethische Implikationen der Datenerhebung, Verarbeitung und des Transfers von Daten im internationalen Kontext.

### **FDS/CO – Fundamentals of Data Science - Core (6,0 ECTS)**

Dieses Modul hat den Fokus auf Daten. Kenntnisse über den Life Cycle von Daten, von der Erhebung bis hin zur langfristigen Zurverfügungstellung und Nachnutzung werden vermittelt. Für Datenerhebung werden Methoden für die Planung der Datenerhebung und die Minimierung der Verzerrung der Daten vorgestellt. Ein Schwerpunkt wird auf die Sammlung von Daten und die grundlegenden Prinzipien der statistischen Versuchsplanung gesetzt.

**FDS/EX – Fundamentals of Data Science - Extension (max 18,0 ECTS)** Dieses Modul umfasst Lehrveranstaltungen im Bereich Fundamentals of Data Science, die als Vertiefung bzw. Verbreiterung der erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Modul FDS/CO – Fundamentals of Data Science - Core dienen.

**MLS/FD – Machine Learning and Statistics - Foundations (9,0 ECTS)**

In diesem Modul erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten, um Wissen aus Daten zu gewinnen. Es umfasst sowohl theoretische als auch praktische Aspekte der Datenanalyse mit Hilfe von Machine Learning und statistischen Methoden. Es werden statistische Modelle für lineare und nichtlineare Regression und Klassifikation vermittelt (multiple lineare Regression, logistische Regression, Regressions- und Klassifikationsbäume, Smoothing Splines, verallgemeinerte additive Modelle) und an praktischen Beispielen angewendet. Weiters werden verschiedene Ansätze des Maschinellen Lernens wie z.B. Naive Bayes, Support Vector Machines, Decision Trees / Random Forests sowie Deep Learning Ansätze vorgestellt und praktisch angewandt.

**MLS/CO – Machine Learning and Statistics - Core (6,0 ECTS)** Aufbauend auf Verfahren aus der Statistik und dem Maschinellen Lernen werden Kenntnisse über komplexe Recommender Systeme entwickelt. Dies umfasst einerseits inhaltsbasierte Analysen, Methoden des Collaborative Filtering, sowie Evaluierung der resultierenden Systeme. Weiters werden Kenntnisse zu grundlegenden Techniken von Statistical Computing, wie Bootstrap und Cross-Validation vermittelt, wichtige Algorithmen wie der EM-Algorithmus, und die Simulation von Zufallszahlen.

**MLS/EX – Machine Learning and Statistics - Extension (max 18,0 ECTS)**

Dieses Modul umfasst Lehrveranstaltungen im Bereich Maschinelles Lernen und der Statistik, die als Vertiefung bzw. Verbreiterung der erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Modul MLS/CO – Machine Learning and Statistics - Core Modul dienen.

**VAST/FD – Visual Analytics and Semantic Technologies - Foundations (9,0 ECTS)**

Dieses Modul vermittelt die grundlegenden Kenntnisse im Bereich der Visualisierung (Visual Analytics, Information Visualization, Scientific Visualization), der semantischen Technologien und deren Zusammenspiel.

Visual Analytics erweitert Information und wissenschaftliche Visualisierung durch die Integration automatischer Analysemethoden (z.B. Statistik, Data Mining, Machine Learning) und setzt den Fokus auf den Erkenntnisgewinn mittels interaktiver visueller Interfaces. Ziel ist die Vermittlung von Kenntnissen zu Methoden, Konzepten und Techniken der Visualisierung, psychologischen Grundlagen der menschlichen Wahrnehmung und Gestaltungsmöglichkeiten für verschiedene Visualisierungstechniken. Die Teilnehmer\_innen sollen die Güte von visuellen Darstellungen beurteilen können und Fähigkeiten zur Problemanalyse, dem Entwurf und der Implementierung, sowie der Evaluierung von Visualisierungssystemen erwerben.

**VAST/CO – Visual Analytics and Semantic Technologies - Core (6,0 ECTS)**

Dieses Modul vermittelt weiterführende Kenntnisse im Bereich der Visualisierung (Vi-

sual Analytics, Information Visualization, Scientific Visualization), der semantischen Technologien und deren Zusammenspiel.

Im Bereich der Visualisierung liegt der Schwerpunkt auf den konzeptuellen und kognitiven Aspekten und deren wissenschaftlichen Umsetzungen in der Visualisierung.

Darüber hinaus werden in diesem Modul Technologien und Methoden des Information Retrieval sowie des Natural Language Processing präsentiert, die es erlauben, unter anderem mit Hilfe von Verfahren des Maschinellen Lernens aus unstrukturierten Daten strukturierte Informationen zu erhalten.

**VAST/EX – Visual Analytics and Semantic Technologies - Extension (max 18,0 ECTS)** Dieses Modul umfasst Lehrveranstaltungen im Bereich Visual Analytics and Semantic Technologies, die als Vertiefung bzw. Verbreiterung der erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Modul VAST/CO – Visual Analytics and Semantic Technologies - Core dienen.

### **DSA – Domain-Specific Aspects of Data Science (9,0 ECTS)**

Dieses Modul vermittelt ein breites Verständnis der unterschiedlichen Anforderungen einzelner Fachdisziplinen an Data Science, um so eine effiziente Kommunikation und zielorientierte Lösungsprozesse über Disziplinengrenzen hinweg zu ermöglichen. Im Rahmen einer Ringvorlesung werden die Anforderungen verschiedener Disziplinen wie Architektur, Astronomie, Biologie, Chemie, Digitale Geisteswissenschaften, Earth Sciences, Medizin, Physik, Sozialwissenschaften usw. anhand konkreter Beispiele vorgestellt. Vertiefungsmöglichkeiten werden über ausgewählte Fachvorlesungen aus den jeweiligen Curricula sowie über ein interdisziplinäres Praktikum ermöglicht.

**Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

## **§6 Lehrveranstaltungen**

Die Stoffgebiete der Module werden durch Lehrveranstaltungen vermittelt. Die Lehrveranstaltungen der einzelnen Module sind in Anhang A in den jeweiligen Modulbeschreibungen spezifiziert. Lehrveranstaltungen werden durch Prüfungen im Sinne des Universitätsgesetzes beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (Abschnitt §7) festgelegt.

Betreffend die Möglichkeiten der Studienkommission, Module um Lehrveranstaltungen für ein Semester zu erweitern, und des Studienrechtlichen Organs, Lehrveranstaltungen individuell für einzelne Studierende Wahlmodulen zuzuordnen, wird auf § 27 des Studienrechtlichen Teils der Satzung der TU Wien verwiesen.

## **Vorgaben zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem Universitätsgesetz 2002**

Vor Beginn jedes Semesters ist ein elektronisches Verzeichnis der Lehrveranstaltungen zu veröffentlichen (Titel, Name der Leiterin oder des Leiters, Art, Form inklusive Angabe des Ortes und Termine der Lehrveranstaltung). Dieses ist laufend zu aktualisieren.

Die Leiterinnen und Leiter einer Lehrveranstaltung haben, zusätzlich zum veröffentlichten Verzeichnis, vor Beginn jedes Semesters die Studierenden in geeigneter Weise über die Ziele, die Form, die Inhalte, die Termine und die Methoden ihrer Lehrveranstaltungen sowie über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren.

Für Prüfungen, die in Form eines einzigen Prüfungsvorganges durchgeführt werden, sind Prüfungstermine jedenfalls drei Mal in jedem Semester (laut Satzung am Anfang, zu Mitte und am Ende) anzusetzen, wobei die Studierenden vor Beginn jedes Semesters über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren sind.

Bei Prüfungen mit Mitteln der elektronischen Kommunikation ist eine ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung zu gewährleisten, wobei zusätzlich zu den allgemeinen Regelungen zu Prüfungen folgende Mindestanforderungen einzuhalten sind:

- Bekanntgabe der Standards vor dem Beginn des Semesters, die die technischen Geräte der Studierenden erfüllen müssen, um an diesen Prüfungen teilnehmen zu können.
- Zur Gewährleistung der eigenständigen Erbringung der Prüfungsleistung durch die Studierende oder den Studierenden sind technische oder organisatorische Maßnahmen vorzusehen.
- Bei technischen Problemen, die ohne Verschulden der oder des Studierenden auftreten, ist die Prüfung abzubrechen und nicht auf die zulässige Zahl der Prüfungsantritte anzurechnen.

## **Vorgaben zu Lehrveranstaltungen aus der Satzung der TU Wien**

(SSB steht für Satzung der TU Wien, Studienrechtliche Bestimmungen)

- Der Umfang der Lehrveranstaltung ist in ECTS-Anrechnungspunkten und in Semesterstunden anzugeben (§ 9 SSB, Module und Lehrveranstaltungen).
- Die Abhaltung von Lehrveranstaltungen als „Blocklehrveranstaltungen“ ist nach Genehmigung durch Studiendekan\_in möglich (§ 9 SSB, Module und Lehrveranstaltungen).
- Die Abhaltung von Lehrveranstaltungen und Prüfungen in einer Fremdsprache ist nach Genehmigung durch Studiendekan\_in möglich (§ 11 SSB, Fremdsprachen).
- Lehrveranstaltungsprüfungen dienen dem Nachweis der Lernergebnisse, die durch eine einzelne LVA vermittelt wurden (§ 12 SSB, Lehrveranstaltungsprüfung).

- Die Lehrveranstaltungsprüfungen sind von dem\_der Leiter\_in der Lehrveranstaltung abzuhalten. Bei Bedarf hat das Studienrechtliche Organ eine\_n andere\_n fachlich geeignete\_n Prüfer\_in zu bestellen (§ 12 SSB, Lehrveranstaltungsprüfung).
- Jedenfalls sind für Prüfungen in Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen, die in einem einzigen Prüfungsakt enden, drei Prüfungstermine für den Anfang, für die Mitte und für das Ende jedes Semester anzusetzen. Diese sind mit Datum vor Beginn des Semesters bekannt zu geben (§ 15 SSB, Prüfungstermine).
- Prüfungen dürfen auch am Beginn und am Ende lehrveranstaltungsfreier Zeiten abgehalten werden (§ 15 SSB, Prüfungstermine).
- Die Prüfungstermine sind in geeigneter Weise bekannt zu machen (§ 15 SSB, Prüfungstermine).

### **Beschreibung von Lehrveranstaltungstypen:**

- VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätzen vorgetragen werden. Die Prüfung wird mit einem einzigen Prüfungsvorgang durchgeführt. In der Modulbeschreibung ist der Prüfungsvorgang je Lehrveranstaltung (schriftlich oder mündlich, oder schriftlich und mündlich) festzulegen. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht, das Erreichen der Lernergebnisse muss dennoch gesichert sein.
- EX:** Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb der Räumlichkeiten der TU Wien stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.
- LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende einzeln oder in Gruppen unter Anleitung von Betreuer\_innen experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.
- PR:** Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren sich am Qualifikationsprofil des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.
- SE:** Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinander setzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.
- UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen konkrete Aufgabenstellungen – beispielsweise rechnerisch, konstruktiv, künstlerisch oder experimentell – zu bearbeiten sind. Dabei werden unter fachlicher Anleitung oder Betreuung die Fähigkeiten

und Fertigkeiten der Studierenden zur Anwendung auf konkrete Aufgabenstellungen entwickelt.

**VU:** Vorlesungen mit integrierter Übung sind Lehrveranstaltungen, in denen die beiden Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung kombiniert werden. Der jeweilige Übungs- und Vorlesungsanteil darf ein Viertel des Umfangs der gesamten Lehrveranstaltungen nicht unterschreiten. Beim Lehrveranstaltungstyp VU ist der Übungsteil jedenfalls prüfungsimmanent, der Vorlesungsanteil kann in einem Prüfungsakt oder prüfungsimmanent geprüft werden. Unzulässig ist es daher, den Übungsteil und den Vorlesungsteil gemeinsam in einem einzigen Prüfungsvorgang zu prüfen.

## **Beschreibung der Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Informationssystem zu Studien und Lehre:**

- Typ der Lehrveranstaltung (VO, EX, LU, PR, SE, UE, VU)
- Form (Präsenz, Online, Hybrid, Blended)
- Termine (Angabe der Termine, gegebenenfalls auch die für die positive Absolvierung erforderliche Anwesenheit)
- Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Vorkenntnisse)
- Literaturangaben
- Lernergebnisse (Umfassende Beschreibung der Lernergebnisse)
- Methoden (Beschreibung der Methoden in Abstimmung mit Lernergebnissen und Leistungsnachweis)
- Leistungsnachweis (in Abstimmung mit Lernergebnissen und Methoden)
  - Ausweis der Teilleistungen, inklusive Kennzeichnung, welche Teilleistungen wiederholbar sind. Bei Typ VO entfällt dieser Punkt.
- Prüfungen:
  - Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Literaturangaben)
  - Form (Präsenz, Online)
  - Prüfungsart bzw. Modus
    - \* Typ VO: schriftlich oder mündlich, oder schriftlich und mündlich;
    - \* bei allen anderen Typen: Ausweis der Teilleistungen inklusive Art und Modus beziehend auf die in der Lehrveranstaltung angestrebten Lernergebnisse.
  - Termine (Angabe der Termine)
  - Beurteilungskriterien und Beurteilungsmaßstäbe

## **§7 Prüfungsordnung**

Der positive Abschluss des Masterstudiums erfordert:

1. die positive Absolvierung der im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm gemäß Modulbeschreibung zuzurechnenden Lehrveranstaltungen positiv absolviert wurden, sowie die positive Absolvierung der Lehrveranstaltung *Seminar für Diplomand\_innen*,
2. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
3. die positive Absolvierung der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gemäß § 13 und § 19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß § 17 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* sind erfüllt, wenn die Punkte 1 und 2 erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema und die Note der Diplomarbeit,
- (c) die Note der kommissionellen Abschlussprüfung,
- (d) die Gesamtbeurteilung sowie
- (e) auf Antrag des\_der Studierenden die Gesamtnote des absolvierten Studiums gemäß §72a UG.

Die Note des Prüfungsfaches „Diplomarbeit“ ergibt sich aus der Note der Diplomarbeit. Die Note jedes anderen Prüfungsfaches ergibt sich durch Mittelung der Noten jener Lehrveranstaltungen, die dem Prüfungsfach über die darin enthaltenen Module zuzuordnen sind, wobei die Noten mit dem ECTS-Umfang der Lehrveranstaltungen gewichtet werden. Bei einem Nachkommateil kleiner gleich 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Wenn keines der Prüfungsfächer schlechter als mit „gut“ und mindestens die Hälfte mit „sehr gut“ benotet wurde, so lautet die *Gesamtbeurteilung* „mit Auszeichnung bestanden“ und ansonsten „bestanden“.

Lehrveranstaltungen des Typs VO (Vorlesung) werden aufgrund einer abschließenden mündlichen und/oder schriftlichen Prüfung beurteilt. Alle anderen Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter, d.h., die Beurteilung erfolgt laufend durch eine begleitende Erfolgskontrolle sowie optional durch eine zusätzliche abschließende Teilprüfung.

Zusätzlich können zur Erhöhung der Studierbarkeit Gesamtprüfungen zu Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter angeboten werden, wobei diese wie ein

Prüfungstermin für eine Vorlesung abgehalten werden müssen und § 15 (6) des *Studienrechtlichen Teils der Satzung der Technischen Universität Wien* hier nicht anwendbar ist.

Der positive Erfolg von Prüfungen und wissenschaftlichen sowie künstlerischen Arbeiten ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Bei Lehrveranstaltungen, bei denen eine Beurteilung in der oben genannten Form nicht möglich ist, werden diese durch „mit Erfolg teilgenommen“ (E) bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ (O) beurteilt.

## §8 Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Masterstudiums *Data Science* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Den Studierenden wird empfohlen, ihr Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang C zu absolvieren. Studierenden, die ihr Studium im Sommersemester beginnen, wird empfohlen, ihr Studium nach der Semesterempfehlung in Anhang D zu absolvieren.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ. Zur Erleichterung der Mobilität stehen die in § 27 Abs. 1 bis 3 der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

## §9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine künstlerisch-wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

Das Prüfungsfach *Diplomarbeit* umfasst 30 ECTS-Punkte und besteht aus der wissenschaftlichen Arbeit (Diplomarbeit), die mit 27 ECTS-Punkten bewertet wird, aus der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 1,5 ECTS-Punkten und einem „Seminar für Diplomand\_innen“ im Ausmaß von 1,5 ECTS-Punkten.

## §10 Akademischer Grad

Den Absolvent\_innen des Masterstudiums *Data Science* wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ (international vergleichbar mit „Master of Science“) – verliehen.

## §11 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Data Science* gewährleistet, dass das Studium in Bezug auf die studienbezogenen Qualitätsziele der TU Wien konsistent konzipiert ist und effizient und effektiv abgewickelt sowie regelmäßig überprüft wird. Das Qualitätsmanagement des Studiums erfolgt entsprechend des Plan-Do-Check-Act Modells nach standardisierten Prozessen und ist zielgruppenorientiert gestaltet. Die Zielgruppen des Qualitätsmanagements sind universitätsintern die Studierenden und die Lehrenden sowie extern die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Verwaltung, einschließlich des Arbeitsmarktes für die Studienabgänger\_innen.

In Anbetracht der definierten Zielgruppen werden sechs Ziele für die Qualität der Studien an der TU Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und auf die Aktualität des Studienplans ist die Relevanz des Qualifikationsprofils für die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt gewährleistet. In Hinblick auf die Qualität der inhaltlichen Umsetzung des Studienplans sind (2) die Lernergebnisse in den Modulen des Studienplans geeignet gestaltet um das Qualifikationsprofil umzusetzen, (3) die Lernaktivitäten und -methoden geeignet gewählt, um die Lernergebnisse zu erreichen, und (4) die Leistungsnachweise geeignet, um die Erreichung der Lernergebnisse zu überprüfen. (5) In Hinblick auf die Studierbarkeit der Studienpläne sind die Rahmenbedingungen gegeben, um diese zu gewährleisten. (6) In Hinblick auf die Lehrbarkeit verfügt das Lehrpersonal über fachliche und zeitliche Ressourcen um qualitätsvolle Lehre zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung des ersten und zweiten Qualitätszieles wird von der Studienkommission zumindest einmal pro Funktionsperiode eine Überprüfung des Qualifikationsprofils und der Modulbeschreibungen vorgenommen. Zur Überprüfung der Qualitätsziele zwei bis fünf liefert die laufende Bewertung durch Studierende, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, laufend ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans. Die laufende Überprüfung dient auch der Identifikation kritischer Lehrveranstaltungen, für welche in Abstimmung zwischen Studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiter\_innen geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Das sechste Qualitätsziel wird durch qualitätssichernde Instrumente im Personalbereich abgedeckt. Zusätzlich zur internen Qualitätssicherung wird alle sieben Jahre eine externe Evaluierung der Studien vorgenommen.

Jedes Modul besitzt eine\_n Modulverantwortliche\_n. Diese Person ist für die inhaltliche Kohärenz und die Qualität der dem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen verantwortlich. Diese wird insbesondere durch zyklische Kontrollen, inhaltliche Feinabstimmung mit vorausgehenden und nachfolgenden Modulen sowie durch Vergleich mit analogen Lehrveranstaltungen bzw. Modulen anderer Universitäten im In- und Ausland sichergestellt.

## Lehrveranstaltungskapazitäten

Für die verschiedenen Typen von Lehrveranstaltungen dienen die folgenden Gruppengrößen als Richtwert:

Lehrveranstaltungstyp	Gruppengröße	
	je Leiter(in)	je Tutor(in)
VO	100	
UE mit Tutor(inn)en	30	15
UE	15	
LU mit Tutor(inn)en	20	8
LU	8	
EX, PR, SE	10	

Für Lehrveranstaltungen des Typs VU werden für den Vorlesungs- bzw. Übungsteil die Gruppengrößen für VO bzw. UE herangezogen. Die Beauftragung der Lehrenden erfolgt entsprechend der tatsächlichen Abhaltung.

Lehrveranstaltungen mit ressourcenbedingten Teilnahmebeschränkungen sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet; weiters sind dort die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt. Die Lehrveranstaltungsleiter\_innen sind berechtigt, mehr Teilnehmer\_innen zu einer Lehrveranstaltung zuzulassen als nach Teilnahmebeschränkungen oder Gruppengrößen vorgesehen, sofern dadurch die Qualität der Lehre nicht beeinträchtigt wird.

Kommt es in einer Lehrveranstaltung ohne explizit geregelte Platzvergabe zu einem unvorhergesehenen Andrang, kann die Lehrveranstaltungsleitung in Absprache mit dem studienrechtlichen Organ Teilnahmebeschränkungen vornehmen und die Vergabe der Plätze nach folgenden Kriterien (mit absteigender Priorität) regeln.

- Es werden jene Studierenden bevorzugt aufgenommen, die die formalen und inhaltlichen Voraussetzungen erfüllen. Die inhaltlichen Voraussetzungen können etwa an Hand von bereits abgelegten Prüfungen oder durch einen Eingangstest überprüft werden.
- Unter diesen hat die Verwendung der Lehrveranstaltung als Pflichtfach Vorrang vor der Verwendung als Wahlfach und diese vor der Verwendung als Freifach.
- Innerhalb dieser drei Gruppen sind jeweils jene Studierenden zu bevorzugen, die trotz Vorliegens aller Voraussetzungen bereits in einem früheren Abhaltesemester abgewiesen wurden.

Die Studierenden sind darüber ehebaldigst zu informieren.

## §12 Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2024 in Kraft.

## **§13 Übergangsbestimmungen**

Die Übergangsbestimmungen sind in Anhang B zu finden.

# A Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Eine Semesterstunde entspricht so vielen Unterrichtseinheiten wie das Semester Unterrichtswochen umfasst. Eine Unterrichtseinheit dauert 45 Minuten. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist im §6 unter *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 12 im Detail erläutert.

## BDHPC/FD – Big Data and High Performance Computing - Foundations

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

### Lernergebnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- zentrale „Big Data“ Konzepte, Methoden, und Technologien mit fachspezifischer Terminologie zu beschreiben,
- fundamentale Kernkonzepte verteilter Datenbanken und datenintensiver paralleler Programmierung zu erklären,
- Vor- und Nachteile unterschiedlicher Datenbankansätze und Datenverarbeitungstechniken zu benennen,
- skalierbare Ansätze zur Organisation großer, polystrukturierter Daten zu vergleichen,
- verteilte Architekturen und Datenverarbeitungstechniken kritisch zu bewerten, und
- typische Anwendungsfälle für hoch skalierbare Dateninfrastrukturen zu benennen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- Evaluierungskriterien für skalierbare Datentechnologien in einem konkreten Anwendungszusammenhang definieren,
- verteilte Datenbanktechnologien evaluieren und auswählen,
- zentrale Konzepte der datenintensiven Programmierung anwenden, um datenintensive Algorithmen zu skalieren,
- parallele Programme für datenintensive Analysen und Anwendungen implementieren,

- gängige „Big Data“ Werkzeuge, Methoden und Entwicklungsumgebungen anwenden,
- „Big Data“-Infrastrukturen konzipieren und optimieren, und
- datenintensive Anwendungen entwickeln und in Cluster-Umgebungen einsetzen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- in Teams zusammenarbeiten, um Data Science Projekte und datenintensive Anwendungen zu konzipieren und umzusetzen, und
- Empfehlungen zur Skalierung von Analyseansätzen auf große Datenmengen abgeben.

**Inhalt:**

- Physische Datenorganisation, Indexverfahren
- Anfragebearbeitung, Anfrageoptimierung
- Erweiterung des relationalen Modells
- Verteilte Datenbanken
- NoSQL Datenbanken
- Verteilte Datenverarbeitungstechniken
- MapReduce Programmierung
- Aktuelle Programmierschnittstellen für massiv parallele Datenverarbeitung
- Apache Hadoop Stack und Erweiterungen
- Horizontale Skalierung
- Prinzip der Datenlokalität
- Fehlertoleranz im Bereich Big Data
- Praktische Beispiele und Anwendungsszenarien für skalierbare Datentechnologien in der Praxis

**Erwartete Vorkenntnisse:** Grundlagen der Datenmodellierung und von Datenbankmanagementsystemen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitenden Übungen von den Studierenden erarbeitet. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in den Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

- 6,0/3,0 VU Advanced Database Systems
- 3,0/2,0 VU Data-intensive Computing

# BDHPC/CO – Big Data and High Performance Computing - Core

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

## Lernergebnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können Studierende

- Motivation und Ziele des parallelen Rechnens erklären,
- parallele Rechnerarchitekturen vergleichen, und
- Konzepte des energieeffizienten Betriebs von Datenzentren erklären

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- Programmiermodelle und -paradigmen bewerten und anwenden,
- komplexe parallele Programme designen und in adäquaten Sprachen für Mehrkernrechner implementieren,
- Leistungsmessungen und -analysen durchführen,
- Mechanismen zur energieeffizienten Ressourcenallokation zur Laufzeit entwerfen und anwenden, und
- ressourcenintensive Anwendungen in Hinblick auf Energieverbrauch effizient umsetzen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- in Gruppen zusammenarbeiten, um Lösungen für komplexe und rechenintensive Probleme und Herausforderungen zu erarbeiten, und
- die globalen Auswirkungen und Kosten von Rechenressourcen einschätzen.

## Inhalt:

- Grundlagen parallelen Rechnens und paralleler Rechnerarchitekturen
- Programmiermodelle, -sprachen und -schnittstellen
- Einführung in unterschiedliche Programmierparadigmen, bspw. MPI (Message Passing Interface), Pthreads und OpenMP
- Sprachen für die Programmierung von Mehrkernrechnern
- Leistungsanalyse und -modellierung
- Energieeffizientes Monitoring von Ultra-Scale Datenzentren
- Geo-temporale Beschränkungen für energieeffiziente Datenzentren
- Vertragsabschlüsse in energieeffizienten Datenzentren
- Controller Design für energieeffiziente Datenzentren
- Methoden der spekulativen Ressourcenzuweisung in Datenzentren

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitende Übungen von Studierenden erarbeitet. Zusätzlich sind von den Studierenden Hausaufgaben zu lösen und größere Fallbeispiele alleine bzw. in Gruppen zu lösen. Wenn erforderlich, werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

3,0/2,0 VU Basics of Parallel Computing

3,0/2,0 VU Efficient Programs

## **BDHPC/EX – Big Data and High Performance Computing - Extension**

**Regelarbeitsaufwand:** max 18,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung bzw. Verbreiterung der Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich der Big Data Technologien sowie im Bereich High Performance Computing.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Sollten einzelne Lehrveranstaltungen, die in diesem Modul zur Wahl stehen, Vorkenntnisse voraussetzen, so sind diese im Rahmen der Lehrveranstaltungsankündigung definiert.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Folgende Lehrveranstaltungen stehen zur Wahl:

4,0/3,0 VU Advanced Multiprocessor Programming

4,5/3,0 VU Algorithmic Geometry

6,0/4,0 VU Algorithmics

3,0/3,0 VO Analysis 2

4,5/2,0 UE Analysis 2

3,0/2,0 VU Approximation Algorithms

3,0/2,0 VU Complexity Analysis

3,0/2,0 VU Database Theory

4,5/3,0 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity

3,0/2,0 VU Frontiers of Algorithms and Complexity

6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing  
4,5/3,0 VU Graph Drawing Algorithms  
6,0/4,0 VU Hands on Cloud Native  
4,5/3,0 VU Heuristic Optimization Techniques  
4,5/3,0 VU High Performance Computing  
3,0/2,0 VU Hybrid ClassicQuantum Systems  
3,0/2,0 VU Nonlinear Optimization  
3,0/2,0 VU Optimization in Transport and Logistics  
3,0/2,0 VU Randomized Algorithms  
3,0/2,0 VU Structural Decompositions and Algorithms

## **FDS/FD – Fundamentals of Data Science - Foundations**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- grundlegende statistische Methoden für Datenanalyse erklären,
- rechtliche und ethische Aspekte der Verwendung von Daten diskutieren,
- übliche Rechenparadigmen in Data Science präsentieren, und
- Werkzeuge für die Skalierung von Analysen auf Big Data auflisten.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- Computational Thinking, der Fähigkeit ein Problem und seinen Lösungsraum so zu formulieren, dass Data Science Ansätze verwendet werden können, anwenden,
- fließend programmieren in üblichen Data Science Programmiersprachen,
- rigorose Data Science Experimente entwerfen, und
- die Ergebnisse von komplexen Datenanalysen interpretieren.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden in Gruppen zusammenarbeiten, um Lösungen für Data Science Herausforderungen zu erarbeiten.

### **Inhalt:**

- Lebenszyklus von Daten
- Data Science Lösungsablauf
- Data Science Software Ökosystem
- Statistische Datenanalyse
- Statistische Modellen
- Data Science Software Werkzeuge
- Workflow Umgebungen

- Skalierung von Algorithmen für Big Data
- Entwurf von Experimenten
- Reproduzierbarkeit
- Rechtliche und ethische Aspekte der Verwendung von Daten

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitenden Übungen von Studierenden erarbeitet. Zusätzlich sind von den Studierenden Hausaufgaben zu lösen und größere Fallbeispiele alleine bzw. in Gruppen zu lösen. Wenn erforderlich, werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

3,0/2,0 VU AKSTA Statistical Computing

3,0/2,0 VU Data-oriented Programming Paradigms

3,0/2,0 VU Experiment Design for Data Science

## **FDS/CO – Fundamentals of Data Science - Core**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- den Daten-Lebenszyklus erklären, von Akquisition bis zur Langzeit-Archivierung und Wiederverwendung,
- die Nachhaltigkeit von Systemen und Prozessen beurteilen,
- Data Management Plans erstellen,
- geeignete Methoden zur Datenerhebung für ein Forschungsprojekt auswählen und anwenden,
- geeignete Schätzverfahren anwenden, um die Ergebnisse einer routinemäßigen Stichprobenerhebung zu analysieren, und
- grundlegende Prinzipien der statistischen Versuchsplanung anwenden.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- Werkzeuge verwenden, die die Reproduzierbarkeit und Nachverfolgbarkeit von Lösungen ermöglichen,

- Repositorysysteme benutzen ,
- korrektes Datenmanagement anwenden, und
- statistische Stichprobentechniken anwenden, um routinemäßige Umfragen durchzuführen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden Ergebnisse von Datenerhebungen adäquat aufbereiten, präsentieren und diskutieren.

**Inhalt:**

- Digitale Langzeitbewahrung und Management (Data Stewardship)
- Selection und Appraisal von Daten
- Logical & Semantic Preservation
- Workflow Modeling und Metadata Definition
- Qualitätsmanagement
- Audit & Zertifizierung von Archiven
- Nachhaltigkeit von Systemen und Prozessen
- Auswirkungen auf System Design, Software Development und Data Management
- Security Themen im Zusammenhang mit der Langzeitarchivierung
- Grundlagen der Datenerhebung
- Planung und Durchführung von einfachen Experimenten und Umfragen
- Statistische Analysen einfacher Experimente und Umfragen, besonders unter der Annahme von linearen Zusammenhängen
- Adäquate Präsentation der Ergebnisse von Datenerhebungen

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitenden Übungen von Studierenden erarbeitet. Zusätzlich sind von den Studierenden Hausaufgaben zu lösen und größere Fallbeispiele alleine bzw. in Gruppen zu lösen. Wenn erforderlich, werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

- 3,0/2,0 VU Data Acquisition and Survey Methods
- 3,0/2,0 VO Data Stewardship

**FDS/EX – Fundamentals of Data Science - Extension**

**Regelarbeitsaufwand:** max 18,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung bzw.

Verbreiterung der Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich Fundamentals of Data Science.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Sollten einzelne Lehrveranstaltungen, die in diesem Modul zur Wahl stehen, Vorkenntnisse voraussetzen, so sind diese im Rahmen der Lehrveranstaltungsankündigung definiert.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Folgende Lehrveranstaltungen stehen zur Wahl:

- 6,0/4,0 VU Advanced Cryptography
- 3,0/2,0 VU Communicating Data
- 3,0/2,0 VU Computational Social Science
- 3,0/2,0 VU Data Center Operations
- 3,0/2,0 UE Data Stewardship
- 3,0/2,0 VU Digital Humanism
- 3,0/2,0 VU Internet Security
- 3,0/2,0 VU Sustainability in Computer Science
- 6,0/4,0 VU Symmetric Cryptography
- 6,0/4,0 VU Systems and Applications Security
- 3,0/2,0 VU User Research Methods
- 3,0/2,0 PR User Research Methods

## **MLS/FD – Machine Learning and Statistics - Foundations**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- theoretische Konzepte wichtiger Dimensionsreduktionsmethoden und Methoden für lineare und nichtlineare Regression und Klassifikation verstehen,
- die Stärken und Schwächen der verschiedenen statistischen Methoden und Werkzeuge verstehen, und
- eine Reihe von Machine Learning Methoden in ihrer Funktionsweise sowie die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit verstehen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- statistische Methoden zur Datenanalyse anwenden, und
- geeignete Data Mining-Algorithmen und -Techniken auswählen und auf praktische Daten anwenden.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden komplexe Problemstellungen der Datenanalyse bewältigen und in Teams bearbeiten.

**Inhalt:**

- Statistische Methoden für lineare und nichtlineare Regression und Klassifikation (Multiple Linear Regression, Logistic Regression, Regressions- und Klassifikationsbäume, Smoothing Splines, Generalized Additive Models)
- Ansätze des Maschinellen Lernens wie z.B. Naive Bayes, Support Vector Machines, Decision Trees / Random Forests sowie Deep Learning Ansätze

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitende Übungen von Studierenden erarbeitet. Zusätzlich sind von den Studierenden Hausaufgaben zu lösen und größere Fallbeispiele alleine bzw. in Gruppen zu lösen. Wenn erforderlich, werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

4,5/3,0 VU Advanced Methods for Regression and Classification

4,5/3,0 VU Machine Learning

## **MLS/CO – Machine Learning and Statistics - Core**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- die Funktionsweise von Recommender Systemen sowie die Herausforderungen in ihrem Design verstehen und erklären,
- die unterschiedlichen Ansätze zum Aufbau eines Recommender System verstehen,
- Techniken wie Bootstrap und Cross-Validation verstehen und erläutern, und
- wichtige computerintensive Algorithmen sowie die Erzeugung von Zufallszahlen verstehen und erklären.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- das mathematische Verständnis der Methoden anwenden,
- geeignete Methode basierend auf den Datenvoraussetzungen auswählen, und
- Methoden auf reale Daten anwenden.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden datenorientierte Lösungen für komplexe statistische Probleme identifizieren

**Inhalt:**

- Recommendersystemarchitekturen und Konzepte
- Content-based Recommendations
- Collaborative Filtering
- Model-based CF - Matrix Factorization
- Evaluierungsmethoden für Recommendersysteme
- Parametrisches und nichtparametrisches Bootstrap
- Modellevaluierung über Cross-Validation
- EM-Algorithmus
- Erzeugung von Zufallszahlen

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitende Übungen von Studierenden erarbeitet. Zusätzlich sind von den Studierenden Hausaufgaben zu lösen und größere Fallbeispiele alleine bzw. in Gruppen zu lösen. Wenn erforderlich, werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

3,0/2,0 VU Recommender Systems

3,0/2,0 VU Statistical Simulation and Computer Intensive Methods

**MLS/EX – Machine Learning and Statistics - Extension**

**Regelarbeitsaufwand:** max 18,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung bzw. Verbreiterung der Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich des maschinellen Lernens und der Statistik.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Sollten einzelne Lehrveranstaltungen, die in diesem Modul zur Wahl stehen, Vorkenntnisse voraussetzen, so sind diese im Rahmen der Lehrveranstaltungsankündigung definiert.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Folgende Lehrveranstaltungen stehen zur Wahl:

- 3,0/2,0 VU Advanced Modeling and Simulation
- 4,0/3,0 VU AI/ML in the Era of Climate Change
- 3,0/2,0 VU AKNUM Advanced Reinforcement Learning
- 6,0/4,0 VU AKNUM Reinforcement Learning
- 6,0/4,0 VU Algorithmic Social Choice
- 3,0/2,0 VU Applied Deep Learning
- 5,0/3,0 VU Bayesian Statistics
- 6,0/4,0 VU Business Intelligence
- 3,0/2,0 VU Crypto Asset Analytics
- 3,0/2,0 VU Deep Learning for Visual Computing
- 5,0/3,0 VU General Regression Models
- 3,0/2,0 VU Generative AI
- 4,5/3,0 VU Intelligent Audio and Music Analysis
- 4,0/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing
- 3,0/2,0 VU Mathematical Programming
- 3,0/2,0 VU Modeling and Simulation
- 3,0/2,0 VU Modelling and Simulation in Health Technology Assessment
- 4,5/3,0 VO Multivariate Statistics
- 1,5/1,0 UE Multivariate Statistics
- 3,0/2,0 VU Probabilistic Programming and AI
- 3,0/2,0 VU Problem Solving and Search in Artificial Intelligence
- 4,5/3,0 VU Self-Organizing Systems
- 3,0/2,0 VU Similarity Modelling 1
- 3,0/2,0 VU Similarity Modelling 2
- 3,0/2,0 VU Social Network Analysis
- 3,0/2,0 VU Theoretical Foundations and Research Topics in Machine Learning

## **VAST/FD – Visual Analytics and Semantic Technologies - Foundations**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- Konzepte in Bereich der Visualisierung und Kognition verstehen und beurteilen,
- Visualisierungskonzepte kritisch bewerten,

- die Qualität der visuellen Repräsentation, Interaktionstechniken, analytischen Methoden und deren Verbindungen kritisch bewerten,
- kognitiven Grundlagen der Visualisierungen verstehen,
- quantitative und qualitativen Evaluierungsmethoden im Bereich der Visualisierung verstehen,
- die Relevanz von semantischen Konzepten in Data Science beschreiben, und
- Konzepte, Techniken und Methoden von semantischen Systemen mit fachspezifischer Terminologie beschreiben.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- Problemanalysemethodiken und Lösungskompetenzen zur Formulierung von Problemstellungen in Bereich der Visualisierung anwenden,
- Visualisierungen designen und implementieren,
- Visualisierungslösungen evaluieren,
- semantische Systeme auf Grundlage von W3C Standards und Technologien (RDF, RDF-S, OWL, SPARQL) implementieren,
- Linked Data Anwendungen entwickeln, und
- Konzepte des Ontology Engineering anwenden.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- ihr Wissen selbstständig vertiefen,
- visualisierungsbezogene Positionen und Problemlösungen formulieren,
- sich mit InformatikerInnen und Domänenexpert\_innen darüber austauschen,
- Verantwortung in einem Team übernehmen,
- eigene und fremde Arbeit systematisch kritisieren,
- Selbstorganisation und Eigenverantwortlichkeit zum eigenständigen Lösen von Aufgaben zeigen,
- Vor- und Nachteile unterschiedlicher semantischer Ansätze benennen, und
- Linked Open Data abfragen, einen Anwendungsbereich semantisch beschreiben, strukturierte Daten in RDF transformieren und Anwendungen auf Basis von Linked Open Data entwickeln.

### **Inhalt:**

- Grundlagen der Visualisierung und Kognitionswissenschaften: Allgemeine Einführung mit Begriffsabklärung und historischem Hintergrund
- Ziele der Visualisierung, Taxonomien, Modelle und Informationsdesign
- Informationsdesign: visuelle Gestaltung und Aufbereitung von Daten, Informationen und Wissen (Spannungsfeld zwischen Visualisierung, Graphikdesign und Kognition und Wahrnehmung/Gestaltgesetze der Wahrnehmung)
- Wissenschaftliche Visualisierung, Informationsvisualisierung, Visuelle Analyse (Visual Analytics)

- Räumliche und zeitliche Daten in der Visualisierung
- Visualisierung sehr großer, heterogener Datenmengen
- Visuelle Analyse und Erkenntnisgewinnung aus Datenbeständen, visuelle Datenbehandlung, -verarbeitung und -analyse
- Interaktionstechniken
- Evaluierungsmethoden
- Visualisierungsanwendungen: Gesundheitswesen und Biotechnologie, Wirtschaft, Sicherheit und Risikomanagement (Kriminalitätsbekämpfung), Umwelt- und Klimaforschung, Automobilindustrie, usw.
- Grundlagen des Semantischen Webs
- Semantic Web technology Stack (RDF, RDF-S, OWL, SPARQL, RIF)
- Ontologien und Beschreibungslogik
- Linked Open Data

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitende Übungen von Studierenden erarbeitet. Zusätzlich sind von den Studierenden Hausaufgaben zu lösen und größere Fallbeispiele alleine bzw. in Gruppen zu lösen. Wenn erforderlich, werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

- 3,0/2,0 VO Cognitive Foundations of Visualization
- 3,0/2,0 VO Information Visualization
- 3,0/2,0 VU Semantic Systems

**VAST/CO – Visual Analytics and Semantic Technologies - Core**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- grundlegende Konzepte der Kognitionen und Visualisierung verstehen, und
- die Eignung verschiedener Methoden zur Extraktion von semantischen Informationen aus unstrukturierten Daten beurteilen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- verschiedene kognitive und visuelle Konzepten in verschiedenen Anwendungsbereichen einsetzen, und
- Methoden des Natural Language processing, Information Retrieval und maschinellen Lernens kombinieren um semantische Informationen aus Daten zu gewinnen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden die Eignung verschiedener Ansätze zur Extraktion, Strukturierung und Darstellung von Information gemeinsam kritisch beurteilen

**Inhalt:**

- Praktische Umsetzung der theoretischen Konzepte im Bereich Visualisierung und Kognition
- Natural Language Processing Technologien, Part-of-Speech Tagging
- Statistische Methoden zur Informationsextraktion und Strukturierung, Kombination mit Ontologien
- Anwendung von Machine Learning Verfahren, insbes. Deep Learning für unstrukturierte Daten (z.B. Text, Bild, Audio), Word Embeddings

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitende Übungen von Studierenden erarbeitet. Zusätzlich sind von den Studierenden Hausaufgaben zu lösen und größere Fallbeispiele alleine bzw. in Gruppen zu lösen. Wenn erforderlich, werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt. Die Beurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher Tests, kontinuierlich in Übungen erbrachter Leistungen, sowie durch die Beurteilung von Abgaben bzw. in Abgabegesprächen zu gelösten Fallbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

- 3,0/2,0 VU Advanced Information Retrieval
- 3,0/2,0 UE Design and Evaluation of Visualisations

**VAST/EX – Visual Analytics and Semantic Technologies - Extension**

**Regelarbeitsaufwand:** max 18,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung bzw. Verbreiterung der Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich Visual Analytics and Semantic Technologies.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Sollten einzelne Lehrveranstaltungen, die in diesem Modul zur Wahl stehen, Vorkenntnisse voraussetzen, so sind diese im Rahmen der Lehrveranstaltungsankündigung definiert.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Folgende Lehrveranstaltungen stehen zur Wahl:

- 3,0/2,0 VO Deductive Databases
- 3,0/2,0 VU Description Logics and Ontologies
- 3,0/2,0 VU Document Analysis
- 1,5/1,0 UE Information Visualization
- 6,0/4,0 VU Knowledge-based Systems
- 3,0/2,0 VU Knowledge Graphs
- 3,0/2,0 VO Medical Image Processing
- 3,0/2,0 UE Medical Image Processing
- 3,0/2,0 VU Natural Language Processing and Information Extraction
- 3,0/2,0 VO Processing of Declarative Knowledge
- 3,0/2,0 VU Real-time Visualization
- 3,0/2,0 VU Research Topics in Natural Language Processing
- 3,0/2,0 VU Semantic Web Technologies
- 3,0/2,0 VU Semi-Automatic Information and Knowledge Systems
- 3,0/2,0 VU Visual Data Science
- 4,5/3,0 VU Visualization 2

## **DSA – Domain-Specific Aspects of Data Science**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- die Terminologie unterschiedlicher Fachdisziplinen verstehen und erklären,
- die Vielzahl an Herausforderungen in der Anwendung von Data Science Methodologien in unterschiedlichen Domänen verstehen, und
- die Aufgabenstellungen, Datentypen und Werkzeuge der unterschiedlichen Disziplinen benennen und erklären.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- Daten in der ausgewählten Spezialisierungsdomäne verarbeiten und analysieren,
- geeignete Methode basierend auf den Datenvoraussetzungen auswählen,

- Methoden auf reale Daten anwenden, und
- Lösungen für domänenspezifische Aufgabenstellungen entwickeln.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden

- effizient mit Expert\_innen in anderen Fachdisziplinen kommunizieren,
- mit WissenschaftlerInnen und Expert\_innen in anderen Disziplinen zusammenarbeiten um gemeinsame Lösungen für Data Science Problemstellungen zu entwickeln, und
- effizient und zielorientiert arbeiten.

**Inhalt:** Die Vorlesungsreihe stellt verschiedene Arten von Fragestellungen sowie Werkzeuge und Datenarten und Formate vor, die in verschiedenen Disziplinen vorkommen. Die Forschungs- und Analyseziele werden vorgestellt, um eine Einführung in ein breites Themenspektrum zu geben. Darauf aufbauend wählen die Studierenden ein Spezialgebiet, erwerben theoretisches Wissen durch ausgewählte fachspezifische Vorlesungen und lösen ein praktisches Problem in einer interdisziplinären Projektarbeit.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Grundlegende Fähigkeiten im Bereich Software Engineering und Modellierung.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Um das 5.0/4.0 PR Interdisciplinary Project zu absolvieren, müssen die Studierenden zumindest 3 der folgenden Lehrveranstaltungen absolviert haben:

- 4,5/3,0 VU Advanced Methods for Regression and Classification
- 3,0/2,0 VU Data-oriented Programming Paradigms
- 3,0/2,0 VU Experiment Design for Data Science
- 4,5/3,0 VU Machine Learning

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Vorlesungen, die durch eine mündliche oder schriftliche Prüfung bewertet werden, wobei die fachspezifischen Vorlesungen praktische Übungen und Aufgaben beinhalten können. Das interdisziplinäre Projekt wird als eine Aufgabe bewertet, das von einem Data Science Experten sowie einem Domänenexpert\_innen gemeinsam betreut wird und Gruppenaktivitäten beinhalten kann.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

- 1,0/1,0 VU Interdisciplinary Lecture Series on Data Science
- 5,0/4,0 PR Interdisciplinary Project in Data Science
- 3,0/2,0 VO/VU/SE Fachspezifische Lehrveranstaltungen, die aus einer Liste ausgewählt werden, die in Abstimmung mit den Vortragenden der Ringvorlesung erstellt und von der Studienkommission verwaltet wird.

## Freie Wahlfächer und Transferable Skills

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

**Inhalt:** Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 4,5 ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind. Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus dem Wahlfachkatalog „Transferable Skills“ der Fakultät für Informatik (Anhang E) und aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen.

## B Übergangsbestimmungen

1. Sofern nicht anders angegeben, wird im Folgenden unter Studium das *Masterstudium Data Science (Studienkennzahl UE 066 645)* verstanden. Der Begriff neuer Studienplan bezeichnet diesen ab 1.10.2024 für dieses Studium an der Technischen Universität Wien gültigen Studienplan und alter Studienplan den bis dahin gültigen. Entsprechend sind unter neuen bzw. alten Lehrveranstaltungen solche des neuen bzw. alten Studienplans zu verstehen (alt inkludiert auch frühere Studienpläne). Mit studienrechtlichem Organ ist das für das Masterstudium Data Science zuständige studienrechtliche Organ an der Technischen Universität Wien gemeint.
2. Die Übergangsbestimmungen gelten für Studierende, die den Studienabschluss gemäß neuem Studienplan an der Technischen Universität Wien einreichen und die vor dem 1.7.2024 zum Masterstudium Data Science an der Technischen Universität Wien zugelassen waren. Das Ausmaß der Nutzung der Übergangsbestimmungen ist diesen Studierenden freigestellt.
3. Auf Antrag der\_des Studierenden kann das studienrechtliche Organ die Übergangsbestimmungen individuell modifizieren oder auf nicht von Absatz 2 erfasste Studierende ausdehnen.
4. Zeugnisse über Lehrveranstaltungen, die inhaltlich äquivalent sind, können nicht gleichzeitig für den Studienabschluss eingereicht werden. Im Zweifelsfall entscheidet das studienrechtliche Organ über die Äquivalenz.
5. Zeugnisse über alte Lehrveranstaltungen können, sofern im Folgenden nicht anders bestimmt, jedenfalls für den Studienabschluss verwendet werden, wenn die Lehrveranstaltung von der\_dem Studierenden mit Stoffsemester Sommersemester 2024 oder früher absolviert wurde.
6. Die (ehemalige) LVA 3.0/2.0 VU Advanced Reinforcement Learning ist äquivalent zur LVA  
3,0 VU AKNUM Advanced Reinforcement Learning
7. Die (ehemaligen) LVAs 3.0 VO General Regression Models und 2,0 UE General Regression Models sind äquivalent zur LVA  
5,0 VU General Regression Models
8. Die (ehemaligen) LVAs 3,0 VO Bayesian Statistics und 2,0 UE Bayesian Statistics sind äquivalent zur LVA  
5,0 VU Bayesian Statistics

9. Die (ehemalige) LVA 3,0 VU Graph Drawing Algorithms kann statt der LVA  
 ?? ?? ????? ????? ?????  
 im BDHPC-Extensions Modul verwendet werden.
10. Die (ehemalige) LVA 3,0 VU Structural Decompositions ist äquivalent zur LVA  
 3,0 VU Structural Decompositions and Algorithms  
 .
11. Die (ehemalige) LVA 4,0 VU Weiterführende Multiprocessor Programmierung  
 kann statt der LVA  
 4,0 VU Advanced Multiprocessor Programming  
 im BDHPC-Extensions Modul verwendet werden.
12. Die LVA 3,0 VU Statistical Computing ist äquivalent zur LVA  
 3,0 VU AKSTA Statistical Computing
13. Die (ehemaligen) LVAs 4,5 VO Introduction to Statistical Inference und 2,0 UE  
 Introduction to Statistical Inference können im MLS-Extension Modul verwendet  
 werden.
14. Die (ehemalige) LVA 6,0 KBS for Business Informatics kann im VAST-Extension  
 Modul verwendet werden.
15. Die (ehemalige) LVA 3,0 VU Algorithmic Geometry kann statt der LVA  
 4,5 VU Algorithmic Geometry  
 im Modul BDHPC-Extension verwendet werden.
16. Die (ehemalige) LVA 3,0 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity kann  
 statt der LVA  
 4,5 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity  
 im Modul BDHPC-Extension verwendet werden.
17. Die (ehemalige) LVA 3,0 VU Heuristic Optimization Techniques kann statt der  
 LVA  
 4,5 VU Heuristic Optimization Techniques  
 im Modul BDHPC-Extension verwendet werden.

18. Die (ehemalige) LVA 3,0 VU Energy-efficient Distributed Systems kann statt der LVA  
 3,0 VU Efficient Programs  
 im Modul BDHPC-Core verwendet werden.
19. Studierende, für die gemäß Absatz 2 die Übergangsbestimmungen gelten, können folgende Lehrveranstaltungen weiterhin für den Bereich der Transferable Skills für den Studienabschluss verwenden:
- 3,0/2,0 SE Coaching als Führungsinstrument 2
  - 3,0/2,0 VO Einführung in die Wissenschaftstheorie I
  - 3,0/2,0 VO Einführung in Technik und Gesellschaft
  - 3,0/2,0 SE Folgenabschätzung von Informationstechnologien
  - 3,0/2,0 VU Forschungsmethoden
  - 3,0/2,0 VO Frauen in Naturwissenschaft und Technik
  - 3,0/2,0 VU Italienisch für Ingenieure I
  - 3,0/2,0 VU Kommunikation und Moderation
  - 3,0/2,0 VU Kooperatives Arbeiten
  - 1,5/1,0 VO Präsentation, Moderation und Mediation
  - 3,0/2,0 UE Präsentation, Moderation und Mediation
  - 4,0/4,0 SE Privatissimum aus Fachdidaktik Informatik
  - 3,0/2,0 SE Rechtsinformationsrecherche im Internet
  - 3,0/2,0 VU Technisches Russisch I
  - 3,0/2,0 VU Technisches Russisch II
  - 3,0/2,0 VU Technisches Spanisch I
  - 3,0/2,0 VU Technisches Spanisch II
  - 3,0/2,0 VU Technical English Communication
  - 3,0/2,0 VU Technical English Presentation
  - 3,0/2,0 VU Techniksoziologie und Technikpsychologie
  - 3,0/2,0 VU Technisches Französisch, Hohes Niveau I
  - 3,0/2,0 VO Theorie und Praxis der Gruppenarbeit

## C Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen der Pflichtmodule in folgender Reihenfolge zu absolvieren.

### 1. Semester (WS)

4,5 VU Advanced Methods for Regression and Classification  
3,0 VU Data-oriented Programming Paradigms  
3,0 VU Experiment Design for Data Science  
1,0 VU Interdisciplinary Lecture Series on Data Science  
3,0 VU Semantic Systems  
4,5 VU Machine Learning

### 2. Semester (SS)

6,0 VU Advanced Database Systems  
3,0 VO Cognitive Foundations of Visualization  
3,0 VU Data-intensive Computing  
3,0 VO Information Visualization  
3,0 VU AKSTA Statistical Computing

### 3. Semester (WS)

5,0 PR Interdisciplinary Project in Data Science

## **D Semesterempfehlung für schiefeinsteigende Studierende**

Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen der Pflichtmodule in folgender Reihenfolge zu absolvieren.

### **1. Semester (SS)**

6,0 VU Advanced Database Systems  
3,0 VO Cognitive Foundations of Visualization  
3,0 VU Data-intensive Computing  
3,0 VO Information Visualization  
3,0 VU AKSTA Statistical Computing

### **2. Semester (WS)**

4,5 VU Advanced Methods for Regression and Classification  
3,0 VU Data-oriented Programming Paradigms  
3,0 VU Experiment Design for Data Science  
1,0 VU Interdisciplinary Lecture Series on Data Science  
3,0 VU Semantic Systems  
4,5 VU Machine Learning

### **3. Semester (SS)**

5,0 PR Interdisciplinary Project in Data Science

## E Wahlfachkatalog „Transferable Skills“

Die Lehrveranstaltungen, die im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* aus dem Themenbereich „Transferable Skills“ zu wählen sind, können unter anderem aus dem folgenden Katalog gewählt werden.

- 3,0/2,0 SE Leadership Competency Coaching 1
- 3,0/2,0 SE Didactics in computer science education
- 3,0/2,0 SE Informatics didactics
- 1,5/1,0 VO Law of IT-Contracts
- 3,0/2,0 VU Research Methods
- 3,0/2,0 SE Group Dynamics
- 3,0/2,0 SE Communication and rhetoric
- 3,0/2,0 SE Communication and rhetoric 2
- 1,5/1,0 SE Communication techniques
- 3,0/2,0 VU Presentation and Moderation
- 3,0/2,0 VU Getting agreement in negotiations
- 3,0/2,0 VU Rhetoric body language and training in assertiveness and argumentation
- 2,0/2,0 SE VWA Mentoring I
- 3,0/2,0 VO Developing a career - coping with obstacles

## **F Erweiterungstudium Innovation**

Studierende, die ihre im Masterstudium erworbenen Kompetenzen für die Gründung eines Startups bzw. im Management eines Unternehmens oder für Projektarbeit im universitären Umfeld anwenden wollen, können die für diese Tätigkeiten notwendigen zusätzlichen Kompetenzen im Rahmen des Erweiterungsstudiums *Innovation* erwerben, welches begleitend zum Masterstudium absolviert werden kann.

Der (zusätzliche) Arbeitsaufwand für das englischsprachige Erweiterungsstudium *Innovation* beträgt 30 ECTS-Punkte (dies entspricht einem Semester). Der Abschluss des Erweiterungsstudiums *Innovation* kann auch noch nach Abschluss des Masterstudiums erfolgen.

## **G Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen**

### **Prüfungsfach „Data Science - Foundations“**

#### **Modul „FDS/FD – Fundamentals of Data Science - Foundations“ (9,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU AKSTA Statistical Computing  
3,0/2,0 VU Data-oriented Programming Paradigms  
3,0/2,0 VU Experiment Design for Data Science

#### **Modul „MLS/FD – Machine Learning and Statistics - Foundations“ (9,0 ECTS)**

4,5/3,0 VU Advanced Methods for Regression and Classification  
4,5/3,0 VU Machine Learning

#### **Modul „BDHPC/FD – Big Data and High Performance Computing - Foundations“ (9,0 ECTS)**

6,0/3,0 VU Advanced Database Systems  
3,0/2,0 VU Data-intensive Computing

#### **Modul „VAST/FD – Visual Analytics and Semantic Technologies - Foundations“ (9,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Cognitive Foundations of Visualization  
3,0/2,0 VO Information Visualization  
3,0/2,0 VU Semantic Systems

### **Prüfungsfach „Domain-Specific Aspects of Data Science“**

#### **Modul „DSA – Domain-Specific Aspects of Data Science“ (9,0 ECTS)**

1,0/1,0 VU Interdisciplinary Lecture Series on Data Science  
5,0/4,0 PR Interdisciplinary Project in Data Science

### **Prüfungsfach „Fundamentals of Data Science - Core and Extension (SB)“**

#### **Modul „FDS/CO – Fundamentals of Data Science - Core“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Data Acquisition and Survey Methods  
3,0/2,0 VO Data Stewardship

#### **Modul „FDS/EX – Fundamentals of Data Science - Extension“ (max 18,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Advanced Cryptography  
3,0/2,0 VU Communicating Data  
3,0/2,0 VU Computational Social Science

3,0/2,0 VU Data Center Operations  
3,0/2,0 UE Data Stewardship  
3,0/2,0 VU Digital Humanism  
3,0/2,0 VU Internet Security  
3,0/2,0 VU Sustainability in Computer Science  
6,0/4,0 VU Symmetric Cryptography  
6,0/4,0 VU Systems and Applications Security  
3,0/2,0 VU User Research Methods  
3,0/2,0 PR User Research Methods

## **Prüfungsfach „Machine Learning and Statistics - Core and Extension (SB)“**

### **Modul „MLS/CO – Machine Learning and Statistics - Core“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Recommender Systems  
3,0/2,0 VU Statistical Simulation and Computer Intensive Methods

### **Modul „MLS/EX – Machine Learning and Statistics - Extension“ (max 18,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Advanced Modeling and Simulation  
4,0/3,0 VU AI/ML in the Era of Climate Change  
3,0/2,0 VU AKNUM Advanced Reinforcement Learning  
6,0/4,0 VU AKNUM Reinforcement Learning  
6,0/4,0 VU Algorithmic Social Choice  
3,0/2,0 VU Applied Deep Learning  
5,0/3,0 VU Bayesian Statistics  
6,0/4,0 VU Business Intelligence  
3,0/2,0 VU Crypto Asset Analytics  
3,0/2,0 VU Deep Learning for Visual Computing  
5,0/3,0 VU General Regression Models  
3,0/2,0 VU Generative AI  
4,5/3,0 VU Intelligent Audio and Music Analysis  
4,0/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing  
3,0/2,0 VU Mathematical Programming  
3,0/2,0 VU Modeling and Simulation  
3,0/2,0 VU Modelling and Simulation in Health Technology Assessment  
4,5/3,0 VO Multivariate Statistics  
1,5/1,0 UE Multivariate Statistics  
3,0/2,0 VU Probabilistic Programming and AI  
3,0/2,0 VU Problem Solving and Search in Artificial Intelligence  
4,5/3,0 VU Self-Organizing Systems  
3,0/2,0 VU Similarity Modelling 1  
3,0/2,0 VU Similarity Modelling 2  
3,0/2,0 VU Social Network Analysis

3,0/2,0 VU Theoretical Foundations and Research Topics in Machine Learning

## **Prüfungsfach „Big Data and High-Performance Computing - Core and Extension (SB)“**

### **Modul „BDHPC/CO – Big Data and High Performance Computing - Core“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Basics of Parallel Computing

3,0/2,0 VU Efficient Programs

### **Modul „BDHPC/EX – Big Data and High Performance Computing - Extension“ (max 18,0 ECTS)**

4,0/3,0 VU Advanced Multiprocessor Programming

4,5/3,0 VU Algorithmic Geometry

6,0/4,0 VU Algorithmics

3,0/3,0 VO Analysis 2

4,5/2,0 UE Analysis 2

3,0/2,0 VU Approximation Algorithms

3,0/2,0 VU Complexity Analysis

3,0/2,0 VU Database Theory

4,5/3,0 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity

3,0/2,0 VU Frontiers of Algorithms and Complexity

6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing

4,5/3,0 VU Graph Drawing Algorithms

6,0/4,0 VU Hands on Cloud Native

4,5/3,0 VU Heuristic Optimization Techniques

4,5/3,0 VU High Performance Computing

3,0/2,0 VU Hybrid ClassicQuantum Systems

3,0/2,0 VU Nonlinear Optimization

3,0/2,0 VU Optimization in Transport and Logistics

3,0/2,0 VU Randomized Algorithms

3,0/2,0 VU Structural Decompositions and Algorithms

## **Prüfungsfach „Visual Analytics and Semantic Technologies - Core and Extension (SB)“**

### **Modul „VAST/CO – Visual Analytics and Semantic Technologies - Core“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Advanced Information Retrieval

3,0/2,0 UE Design and Evaluation of Visualisations

**Modul „VAST/EX – Visual Analytics and Semantic Technologies - Extension“ (max 18,0 ECTS)**

- 3,0/2,0 VO Deductive Databases
- 3,0/2,0 VU Description Logics and Ontologies
- 3,0/2,0 VU Document Analysis
- 1,5/1,0 UE Information Visualization
- 6,0/4,0 VU Knowledge-based Systems
- 3,0/2,0 VU Knowledge Graphs
- 3,0/2,0 VO Medical Image Processing
- 3,0/2,0 UE Medical Image Processing
- 3,0/2,0 VU Natural Language Processing and Information Extraction
- 3,0/2,0 VO Processing of Declarative Knowledge
- 3,0/2,0 VU Real-time Visualization
- 3,0/2,0 VU Research Topics in Natural Language Processing
- 3,0/2,0 VU Semantic Web Technologies
- 3,0/2,0 VU Semi-Automatic Information and Knowledge Systems
- 3,0/2,0 VU Visual Data Science
- 4,5/3,0 VU Visualization 2

**Prüfungsfach „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“**

**Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (9,0 ECTS)**

**Prüfungsfach „Diplomarbeit“**

- 1,5/1,0 SE Seminar für Diplomand\_innen
- 27,0 ECTS Diplomarbeit
- 1,5 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung