



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-
lehrgang

Studienplan (Curriculum)
für das

**Masterstudium
Data Science
E 066 645**

Technische Universität Wien
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien
mit Wirksamkeit 24. Juni 2019

Gültig ab 1. Oktober 2019

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	10
8. Studierbarkeit und Mobilität	11
9. Diplomarbeit	12
10. Akademischer Grad	12
11. Qualitätsmanagement	12
12. Inkrafttreten	14
13. Übergangsbestimmungen	14
A. Modulbeschreibungen	15
B. Lehrveranstaltungstypen	31
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	32
D. Semesterempfehlung für schiefensteigende Studierende	33
E. Wahlfachkatalog „Transferable Skills“	34
F. Erweiterungsstudium Innovation	35
G. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen	36

1. Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche, englischsprachige Masterstudium *Data Science* an der Technischen Universität Wien. Es 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 fachein-schlägigen 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 sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte.

4. Zulassung zum Masterstudium

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

Personen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die Kenntnis der englischen Sprache nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Englischkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen (GeR) empfohlen.

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/MAT - Mathematik und Theoretische Informatik
- STW/STA - Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie

des Bachelorstudiums „Wirtschaftsinformatik“ vorhanden sind.

Fachlich in Frage kommen jedenfalls die TU Wien Bachelorstudien

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

deren Absolvent_innen ohne Auflagen zuzulassen sind.

Absolvent_innen des Bachelorstudiums Technische Informatik an der TU Wien haben die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen des Moduls

- WIN/DBS - Datenbanksysteme

nachzuweisen oder als Zulassungsaufgabe zu erwerben.

AbsolventInnen der Bachelorstudien Technische Mathematik, 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 AbsolventInnen anderer Studien sind die oben angeführten Voraussetzungen individuell zu prüfen und gegebenenfalls Auflagen zu erteilen.

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 *freien Wahlfächern 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 müssen mindestens 4,5 Ects aus dem Bereich der Transferable Skills absolviert werden. 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 12,0 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 12,0 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 12,0 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 12,0 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.

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.

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 12,0 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 12,0 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 12,0 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 (Visual 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 12,0 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.

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 UG 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.

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,
2. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit,
3. die Erstellung eines Posters über die Diplomarbeit, das der Technischen Universität Wien zur nicht ausschließlichen Verwendung zur Verfügung zu stellen ist, und
4. die positive Absolvierung des Seminars für Diplomand_innen sowie der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gemäß § 12 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 § 18 (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 basierend auf den in (a) angeführten Noten gemäß UG § 73 (3) in der Fassung vom 26. Juni 2017 sowie die Gesamtnote.

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. Die Gesamtnote ergibt sich analog den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen sowie der Noten der Diplomarbeit und der kommissionellen Abschlussprüfung.

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 § 16 (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.

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.

Lehrveranstaltungen, für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten, sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet; außerdem wird dort die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt. Die Leiter_innen von Lehrveranstaltungen sind berechtigt, für ihre Lehrveranstaltungen Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

9. Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches 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 Technischen Universität Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität

und 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 qualitativvolle 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 (siehe Anhang B) 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 2019 in Kraft.

13. Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen im Dekanat der Fakultät für Informatik auf.

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. Semesterstunden sind ein Maß für die Beauftragung der Lehrenden. Bei Vorlesungen entspricht eine Semesterstunde einer Vorlesungseinheit von 45 Minuten je Semesterwoche. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in Anhang B im Detail erläutert.

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.

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.

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.

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.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

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

3,0/2,0 VU Energy-efficient Distributed Systems

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

Regelarbeitsaufwand: max 12,0 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.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Folgende Lehrveranstaltungen stehen zur Wahl:

- 6,0/4,0 VU Algorithmics
- 3,0/2,0 VU Optimization in Transport and Logistics
- 3,0/2,0 VU Graph Drawing Algorithms
- 3,0/2,0 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity
- 3,0/2,0 VU Structural Decomposition
- 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
- 3,0/2,0 VU Effiziente Programme
- 6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing
- 4,5/3,0 VU High Performance Computing
- 3,0/2,0 VU Heuristic Optimization Techniques
- 3,0/2,0 VU Nonlinear Optimization
- 3,0/2,0 VU Structural Decompositions and Algorithms
- 4,0/3,0 VU Weiterführende Multiprocessor Programmierung

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.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

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

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

3,0/2,0 VU Statistical Computing

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.

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 12,0 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.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Folgende Lehrveranstaltungen stehen zur Wahl:

- 3,0/2,0 VU Communicating Data
- 3,0/2,0 VU Data Center Operations
- 3,0/2,0 UE Data Stewardship
- 3,0/2,0 VU Internet Security
- 3,0/2,0 VU Organizational Aspects of IT-Security
- 3,0/2,0 VU Software 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.

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.

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 12,0 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.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Folgende Lehrveranstaltungen stehen zur Wahl:

3,0/2,0 VU Advanced Learning Methods

3,0/2,0 VU Advanced Modeling and Simulation

3,0/2,0 VO Bayesian Statistics

2,0/1,0 UE Bayesian Statistics

6,0/4,0 VU Business Intelligence

3,0/2,0 VU Data Analysis

5,0/3,0 VU General Regression Models

(oder

3,0/2,0 VO General Regression Models

und

2,0/1,0 UE General Regression Models
)
4,5/3,0 VO Introduction to Statistical Inference
2,0/1,0 UE Introduction to Statistical Inference
3,0/2,0 VU Mathematical Programming
3,0/2,0 VU Modeling and Simulation
4,5/3,0 VO Multivariate Statistics
1,5/1,0 UE Multivariate Statistics
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 2
3,0/2,0 VU Social Network Analysis

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.

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.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

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

3,0/2,0 VU Advanced Information Retrieval

VAST/EX – Visual Analytics and Semantic Technologies - Extension

Regelarbeitsaufwand: max 12,0 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.

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 Information Extraction

1,5/1,0 UE Information Visualization

6,0/4,0 VU KBS for Business Informatics

6,0/4,0 VU Knowledge-based Systems

3,0/2,0 VO Processing of Declarative Knowledge

3,0/2,0 VU Real-time Visualization

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.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

1,0/1,0 VU Interdisciplinary Lecture Series on Data Science

4,0/4,0 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.

B. Lehrveranstaltungstypen

EX: Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb des Studienortes stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.

LU: Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende 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 an den praktischberuflichen oder wissenschaftlichen Zielen des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.

SE: Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.

UE: Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Studierenden das Verständnis des Stoffes der zugehörigen Vorlesung durch Anwendung auf konkrete Aufgaben und durch Diskussion vertiefen. Entsprechende Aufgaben sind durch die Studierenden einzeln oder in Gruppenarbeit unter fachlicher Anleitung und Betreuung durch die Lehrenden (Universitätslehrer_innen sowie Tutor_innen) zu lösen. Übungen können auch mit Computerunterstützung durchgeführt werden.

VO: Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht.

VU: Vorlesungen mit integrierter Übung vereinen die Charakteristika der Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung.

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 Statistical Computing

3. Semester (WS)

4,0 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 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)

4,0 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 Coaching als Führungsinstrument 1
- 3,0/2,0 SE Coaching als Führungsinstrument 2
- 3,0/2,0 SE Didaktik in der Informatik
- 1,5/1,0 VO EDV-Vertragsrecht
- 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 SE Gruppendynamik
- 3,0/2,0 VU Italienisch für Ingenieure I
- 3,0/2,0 VU Kommunikation und Moderation
- 3,0/2,0 SE Kommunikation und Rhetorik
- 1,5/1,0 SE Kommunikationstechnik
- 3,0/2,0 VU Kooperatives Arbeiten
- 3,0/2,0 VU Präsentation und Moderation
- 1,5/1,0 VO Präsentation, Moderation und Mediation
- 3,0/2,0 UE Präsentation, Moderation und Mediation
- 3,0/2,0 VU Präsentations- und Verhandlungstechnik
- 4,0/4,0 SE Privatissimum aus Fachdidaktik Informatik
- 3,0/2,0 SE Rechtsinformatikrecherche im Internet
- 3,0/2,0 VU Rhetorik, Körpersprache, Argumentationstraining
- 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 Softskills für TechnikerInnen
- 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
- 3,0/2,0 VO Zwischen Karriere und Barriere

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

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
4,0/4,0 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 12,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Communicating Data
3,0/2,0 VU Data Center Operations
3,0/2,0 UE Data Stewardship

3,0/2,0 VU Internet Security
3,0/2,0 VU Organizational Aspects of IT-Security
3,0/2,0 VU Software 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 12,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Advanced Learning Methods
3,0/2,0 VU Advanced Modeling and Simulation
3,0/2,0 VO Bayesian Statistics
2,0/1,0 UE Bayesian Statistics
6,0/4,0 VU Business Intelligence
3,0/2,0 VU Data Analysis
5,0/3,0 VU General Regression Models
3,0/2,0 VO General Regression Models
2,0/1,0 UE General Regression Models
4,5/3,0 VO Introduction to Statistical Inference
2,0/1,0 UE Introduction to Statistical Inference
3,0/2,0 VU Mathematical Programming
3,0/2,0 VU Modeling and Simulation
4,5/3,0 VO Multivariate Statistics
1,5/1,0 UE Multivariate Statistics
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 2
3,0/2,0 VU Social Network Analysis

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 Energy-efficient Distributed Systems

**Modul „BDHPC/EX – Big Data and High Performance Computing - Extension“
(max 12,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Algorithmics
3,0/2,0 VU Optimization in Transport and Logistics
3,0/2,0 VU Graph Drawing Algorithms
3,0/2,0 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity
3,0/2,0 VU Structural Decomposition
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
3,0/2,0 VU Effiziente Programme
6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing
4,5/3,0 VU High Performance Computing
3,0/2,0 VU Heuristic Optimization Techniques
3,0/2,0 VU Nonlinear Optimization
3,0/2,0 VU Structural Decompositions and Algorithms
4,0/3,0 VU Weiterführende Multiprocessor Programmierung

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

**Modul „VAST/EX – Visual Analytics and Semantic Technologies - Extension“ (max
12,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Deductive Databases
3,0/2,0 VU Description Logics and Ontologies
3,0/2,0 VU Information Extraction
1,5/1,0 UE Information Visualization
6,0/4,0 VU KBS for Business Informatics
6,0/4,0 VU Knowledge-based Systems
3,0/2,0 VO Processing of Declarative Knowledge
3,0/2,0 VU Real-time Visualization
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

1,5 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung

27,0 ECTS Diplomarbeit