



BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN  
University of Applied Sciences

# Master Data Science

## Modulhandbuch



Gesamtansprechpartner: Dekan des FBVI  
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kessler  
fb06@beuth-hochschule.de

Ansprechpartner Studiengang:  
Prof. Dr. Stefan Edlich  
sedlich@beuth-hochschule.de

Stand: 29.04.2020

Modul-Nr.	Name	Verantwortliche	Seite
<b>M01</b>	Mathematische Modelle	Prof. Müller	3
<b>M02</b>	Fortgeschrittene Softwaretechnik	Prof. Edlich	5
<b>M03</b>	Statistical Computing	Prof. Müller	6
<b>M04</b>	Praxis der Data Science Programmierung	Prof. Löwis	8
<b>M05</b>	Computer Science für Big Data	Prof. Edlich	9
<b>M06</b>	Business Intelligence und Verantwortung	Prof. Edlich	10
<b>M07</b>	Visualisierung von Daten	Prof. Grömping	11
<b>M08</b>	Regression	Prof. Grömping	12
<b>M09</b>	Machine Learning 1	Prof. Erdelt	13
<b>M10</b>	Anwendung 1: Data Science Workflow / Applications	Prof. Erdelt	14
<b>M11</b>	Wahlpflichtmodul 1	FB VI / FB II	15
<b>M12</b>	Machine Learning 2	Prof. Erdelt	16
<b>M13</b>	Anwendung 2: Urbane Technologien	Prof. Sauer	17
<b>M14</b>	Anwendung 3: Enterprise Data Science	Prof. Löser	18
<b>M15</b>	Studium Generale 1	FB I	19
<b>M16</b>	Studium Generale 2	FB I	20
<b>M17</b>	Business Value	Prof. Schmitz	21
<b>M18</b>	Wahlpflichtmodul 2	FB VI / FB II	22
<b>M19</b>	Abschlussprüfung	FB VI / FB II	23
<b>Wahlpflichtfachkatalog</b> (offene Liste)			
<b>WP01</b>	Text Mining und NLP	Prof. Löser	24
<b>WP02</b>	ML als Service und Analytic Engines	Prof. Edlich	25
<b>WP03</b>	Deep Learning	Prof. Gers	26
<b>WP04</b>	Learning from Images	Prof. Hildebrand	27
<b>WP05</b>	Stichprobenverfahren und Versuchsplanung	Prof. Grömping	28
<b>WP06</b>	Learning Optimization	Prof. Winter	29

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M01
Titel	Mathematische Modelle / Mathematical Models
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS SU (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die mathematischen Kenntnisse der Studierenden in den Gebieten der linearen Algebra, Analysis reeller Funktionen und der Wahrscheinlichkeitsrechnung sollen vertieft werden. Der Schwerpunkt liegt hier in der Vermittlung der notwendigen Grundlagen zur Modellierung mehr- und hochdimensionaler Daten. Darunter fallen insbesondere die Betrachtung mehrdimensionaler Vektorräume, die Optimierung mehrdimensionaler Funktionen und die Untersuchung charakteristischer Eigenschaften von Zufallsvektoren. Die Illustration der Begriffe soll direkt mit geeigneter Statistik- bzw. Datenanalysesoftware erfolgen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Mathematische Grundlagen aus dem Bachelor
Niveaustufe	1. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 100% Klausur (90 Minuten).
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<p>Elemente der Linearen Algebra und Analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung von Grundlagen: Vektoralgebra: Vektoren und Skalare, Rechenoperationen, lineare Unabhängigkeit, Basis), Lineare Gleichungssysteme, Matrixalgebra: Rang, Spur, Inverse, reelle Funktionen: Differentiation und Integration</li> <li>• Vektorraum <math>\mathbb{R}^n</math>: Grundzüge der analytischen Geometrie</li> <li>• Lineare Transformationen von <math>\mathbb{R}^n</math> nach <math>\mathbb{R}^m</math>: Matrizen als Abbildungen</li> <li>• Spektralzerlegung (Eigenwerte und -vektoren) und Singulärwertzerlegung von Matrizen</li> <li>• Differentiation mehrdimensionaler Funktionen</li> </ul> <p>Wahrscheinlichkeitsrechnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Wahrscheinlichkeitsbegriff, klassische Wahrscheinlichkeitsdefinition nach Laplace, bedingte Wahrscheinlichkeit, Satz von Bayes, Unabhängigkeit</li> <li>• Diskrete und stetige Zufallsvariable, Wahrscheinlichkeits-, Dichte- und Verteilungsfunktion, Erwartungswert, Varianz, Transformationen von Zufallsvariablen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrdimensionale Zufallsvariable (Zufallsvektoren), Kovarianz und Korrelation, Abhängigkeit und Unabhängigkeit, lineare Transformationen von Zufallsvektoren</li> <li>• Spezielle Verteilungen, insbesondere: Gleichverteilung, Binomialverteilung, Poissonverteilung, Normalverteilung, Exponentialverteilung, mehrdimensionale Normalverteilung</li> </ul>
Literatur	<p>Bosch, K.: Elementare Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung, Vieweg</p> <p>Fahrmeir, L.; Künstler, R.; Pigeot, I.; Tutz, G.: Statistik - Der Weg zur Datenanalyse. Springer</p> <p>Hartmann, P.: Mathematik für Informatiker, Vieweg+Teubner</p> <p>Mardia, K.V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M.: Multivariate Analysis, Academic Press</p> <p>Teschl, G.; Teschl, S.: Mathematik für Informatiker. Springer Vieweg</p> <p>Wollschläger, D.: Grundlagen der Datenanalyse mit R. Springer</p>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M02
Titel	Fortgeschrittene Softwaretechnik / Advanced Software Engineering
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 1 SWS Ü (51 h Präsenz / 99 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studenten verstehen softwaretechnische Grundlagen, um große Big Data Systeme zu designen, zu implementieren und in Produktion zu bringen. Sie lernen alle relevanten Werkzeuge aus dem Bereich des Release Management kennen. Die Anwendung der Frameworks und Servertechnologien für große Anwendungen des Machine Learning wird vorbereitet und anhand von konkreten Beispielen geübt.
Voraussetzungen	Empfehlung: Grundlegende Informatikkenntnisse, erste Erfahrung in der Softwareentwicklung
Niveaustufe	1. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 10 schriftliche Übungen a 4 Stunden.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Programmierung in einer bedeutenden Sprache, incl. IDE und Ablaufkette</li> <li>• Clean Code Development</li> <li>• Advanced Buildmanagement</li> <li>• Moderne verteilte Versionskontrolle</li> <li>• Continuous Delivery / Integration</li> <li>• Nebenläufigkeit (Concurrency)</li> <li>• Funktionale Programmierung / Reactive Programming</li> <li>• Architekturen (z.B. Microservices)</li> <li>• Cloud Management</li> <li>• Software Engineering for Data Science</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robert C Martin, „Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship“, Prentice Hall</li> <li>• Andrew Hunt und David Thomas, „The Pragmatic Programmer. From Journeyman to Master“, Addison Wesley</li> <li>• Jez Humble und David Farley, „Continuous Delivery: Reliable Software Releases Through Build, Test, and Deployment Automation“, Addison Wesley</li> <li>• Paul Butcher, „Seven Concurrency Models in Seven Weeks: When Threads Unravel“, The Pragmatic Programmers</li> <li>• Neal Ford, „Functional Thinking: Paradigm Over Syntax“, OReilly</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M03
Titel	Statistical Computing / Statistical Computing
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 1 SWS Ü (51 h Präsenz / 99 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden erarbeiten sich statistische Kenntnisse direkt im Zusammenspiel der Bearbeitung datenanalytischer Fragestellungen, der Anwendung statistischer Methoden in geeigneter Statistiksoftware sowie der theoretischen Formulierung der verwendeten Methoden. Die Lehrveranstaltung vermittelt dabei fundierte Kenntnisse in der statistischen Programmierung.
Voraussetzungen	Empfehlung: Mathematische Grundlagen aus einem Bachelor
Niveaustufe	1. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform:  60% Klausur (90 Minuten), 40% modulbegleitende Leistung (30 Stunden pro Teilnehmer*in). Wird die Klausur nicht bestanden, so lautet die Modulnote 5,0.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<p>Die statistischen Inhalte der Lehrveranstaltung werden direkt anhand ihrer Implementation in einer geeigneten statistischen Programmierumgebung wie z.B. der Softwareumgebung R (vgl. <a href="http://www.r-project.org">www.r-project.org</a>) vermittelt.</p> <p>Grundlagen der statistischen Programmierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elementare Datentypen, Vektoren, Matrizen, Datenmatrizen, Listen</li> <li>• wichtige Operatoren, Kontrollstrukturen, Definition von Funktionen</li> <li>• Einlesen und Schreiben von Datensätzen</li> <li>• vektor- und matrixorientierte Programmierung</li> <li>• Modellformulierung in R</li> <li>• iterative Algorithmen</li> <li>• Optimierung ein- und mehrdimensionaler Funktionen mit Hilfe von Optimierungsroutinen</li> </ul> <p>Deskriptive Statistik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenerhebung und Datenaufbereitung, Merkmalstypen</li> <li>• Deskription einzelner Merkmale: absolute und relative Häufigkeitsverteilung, klassische grafische Darstellungen und Kennzahlen (z.B. Balkendiagramm, Boxplot, Histogramm,</li> </ul>

	<p>Lage- und Streuungsmaße wie Mittelwert, Median, Modus, Varianz, Interquartilsabstand, Spannweite)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang zweier oder mehrerer Merkmale: Kontingenztafeln und geeignete Kennzahlen, Korrelationskoeffizienten (Bravais-Pearson, Spearman), einfache lineare Regression, grafische Darstellungen für Zusammenhänge zwischen zwei Merkmalen (z.B. mehrdimensionale und gestapelte Balkendiagramme, Streudiagramme)</li> </ul> <p>Konzepte der induktiven Statistik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzwertsätze der Statistik</li> <li>• Parameter- und Intervallschätzung</li> <li>• statistische Hypothesentests</li> <li>• Anwendung von Hypothesentests an konkreten Beispielen: Interpretation der Ergebnisse von Unabhängigkeitstests in Kontingenztafeln, Mittelwertvergleiche, Signifikanz der Parameter im linearen Regressionsmodell</li> </ul>
Literatur	<p>Crawley, M.J.: The R Book. Wiley  Fahrmeir, L.; Künstler, R.; Pigeot, I.; Tutz, G.: Statistik - Der Weg zur Datenanalyse. Springer  Ligges, U: Programmieren mit R. Springer  Matloff, N.: The Art of R Programming. No Starch Press  Wollschläger, D.: Grundlagen der Datenanalyse mit R. Springer  Zucchini, W.; Schlegel, A.; Nenadic, O.; Sperlich, S.: Statistik für Bachelor- und Masterstudenten. Springer</p>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M04
Titel	Praxis der Data Science Programmierung / Practical Data Science Programming
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	In diesem Modul wird voraussichtlich Python als Sprache für Data Science gelehrt. Wichtig sind dabei die Elemente, Konzepte und Bibliotheken, die eine Arbeit als Data Scientist ermöglichen. Als Anwendungen werden grundlegende Arbeitsweisen von Clustering-, Classification- und Decision-Tree Algorithmen kennengelernt.
Voraussetzungen	Empfehlung: M01, M02 und M03 des vorliegenden Studienganges begleitend.
Niveaustufe	1. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Wöchentliche Programmieraufgaben (je 90min Bearbeitungszeit in den Übungsblöcken)
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Python Prinzipien der Sprache und Datentypen</li> <li>• Grundlegende Vorgehensweisen in Python wie: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ load, clean, transform, merge, reshape, plot, sclice, dice, aggregate, time-series, etc.</li> </ul> </li> <li>• Arbeit mit iPython Notebooks / Jupyter</li> <li>• Die Bibliothek NumPy</li> <li>• Das SciKit Werkzeug und SciKitLearn</li> <li>• Python Pandas Library</li> <li>• Ausblick auf Deep Learning Libs in Python</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Science from Scratch, Grus, OReilly, ISBN-13: 978-1491901427</li> <li>• Python for Data Analysis, McKinney, OReilly, ISBN-13: 978-1449319793</li> <li>• Python Data Science Essentials, Boschetti+Massaron, PACKT, ISBN-13: 978-1785280429 + Cookbooks (sowie diverse weitere Werke zu diesem Thema von PACKT</li> <li>• Introducing Data Science, Cielien &amp; Meysman, Manning, ISBN-13: 978-1633430037</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten



Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M05
Titel	Computer Science für Big Data / Computer Science for Big Data
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 1 SWS Ü (51 h Präsenz / 99 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Dieses Modul betrachtet alle informationstechnischen Voraussetzungen, die für die Abwicklung von großen Data Science Projekten in der Cloud wichtig sind. Die Studenten lernen eigene Architekturen entwerfen, mit den richtigen Data Pipelines ausstatten und die passendsten Werkzeuge auszuwählen, um eine Big-Data / Machine-Learning Verarbeitungskette zu entwickeln. Die verschiedenen Technologiebereiche müssen evaluiert und praktisch angewendet werden, um praktische IT-Kompetenz zu erwerben.
Voraussetzungen	Empfehlung: grundlegende Informatikkenntnisse, Erfahrung in der Softwareentwicklung, M02 parallel aus diesem Studiengang
Niveaustufe	1. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: schriftliche Übungen (14-tägige Übungsblätter)
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Big Data Architekturen (z.B. Microservices, Lambda / Kappa, Serverless, etc.)</li> <li>• DevOps / Container (Docker)</li> <li>• Cluster Management (Mesos, Kubernetes, Docker Swarm,...)</li> <li>• Streaming &amp; Queuing Prinzipien und Tools</li> <li>• WebAPIs: Zugriff und Management (Twitter API, Swagger, Kong)</li> <li>• NoSQL Prinzipien (CAP, MVCC, Consistent Hashing, etc.)</li> <li>• NoSQL Datenbanken aus allen Bereichen</li> <li>• Grundlagen der Suchtechnologien</li> <li>• In-Memory Processing Fundamentals</li> <li>• Hadoop / YARN und Ausblick auf Nachfolger</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.ibm.com/developerworks/library/bd-archpatterns1">http://www.ibm.com/developerworks/library/bd-archpatterns1</a></li> <li>• Effective Dev Ops, OReilly, ISBN-13: 978-1491926307</li> <li>• Continuous Delivery, dPunkt, Eberhard Wolff, ISBN-13: 978-3864902086</li> <li>• Docker von OReilly Matthias + Kane und von Roßbach dPunkt Verlag</li> <li>• NoSQL, Hanser Verlag, Edlich et al, ISBN-13: 978-3446427532</li> <li>• Hadoop, OReilly, White, ISBN-13: 978-1491901632</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M06
Titel	Business Intelligence und Verantwortung / Business Intelligence and Ethics
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS SU (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studenten verstehen die Grundlegenden Elemente der Business Intelligence und können einfache BI Untersuchungen vornehmen. Sie sind weiterhin in der Lage bewusst mit Daten umzugehen und handeln verantwortungsvoll mit den vorliegenden Informationen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Grundlagen der Informatik und der Statistik, die aus einem Bachelor stammen.
Niveaustufe	1. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Projektarbeit (40 Stunden) und Projektbericht (5-8 Seiten)
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2. Business Intelligence &amp; Data Mining: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Sammlung, Aufstellung, Anzeige</li> <li>b. ERP Systeme</li> <li>c. OLAP</li> <li>d. Datenerhebung</li> <li>e. Grundlagen der Bereinigung</li> </ol> </li> <li>3. Ethik, Datenschutz, Security, Rechte An Daten, Daten und Gesellschaft, Codex</li> </ol>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Business Intelligence, Kemper, Vieweg+Teubner, ISBN-13: 978-3834807199</li> <li>• Data Warehouse Systeme, Bauer+Güntzel, dPunkt, ISBN-13: 978-3898647854</li> <li>• Data Mining, Witten+Frank, ISBN-13: 978-0123748560, Morgan Kaufmann</li> <li>• Datenschutz, Witt, Vieweg+Teubner, ISBN-13: 978-3834812254</li> <li>• <a href="http://www.bigdata.uni-frankfurt.de/dataforhumanity/">http://www.bigdata.uni-frankfurt.de/dataforhumanity/</a></li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten. Die Inhalte werden im Semester von dem eigenen Studiengang / FB VI und dem FB I anteilig (2+2) angeboten. Auch externe Experten aus Industrie und Forschung können hier in Form einer Ringvorlesung hinzugezogen werden.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M07
Titel	Visualisierung von Daten / Data Visualization
Leistungspunkte	6 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 2 SWS Ü (68 h Präsenz / 112 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden erwerben die Kompetenz, graphische Methoden zur Visualisierung von Daten situationsadäquat auszuwählen und mit geeigneter Software umzusetzen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Fachwissen des vorangegangenen Semesters dieses Studienganges
Niveaustufe	2. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner, Referate
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 40% Klausur (60 Minuten), 60% Projektarbeit in Gruppen mit schriftlichem Bericht und Einzelpräsentationen individueller Beiträge (40 Stunden pro Teilnehmer*in).
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Visualisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ menschliche Wahrnehmung,</li> <li>○ effiziente Kommunikation (Stichworte small multiples, data ink)</li> </ul> </li> <li>• (unterschiedliche) Ansätze für Datensätze mit <ul style="list-style-type: none"> <li>○ wenigen, vielen, und immens vielen Beobachtungen</li> <li>○ wenigen und vielen Variablen</li> <li>○ Zeit- und/oder Raumstrukturualisierung geographischer Daten</li> </ul> </li> </ul>
Literatur	<p>Cleveland, W.S. (1993). Visualizing Data. Hobart Press.</p> <p>Frankel, F.C. and DePace, A.H. (2012). Visual Strategies: A Practical Guide to Graphics for Scientists and Engineers</p> <p>Friendly, M. and Meyer, D. (2016). Discrete Data Analysis with R: Visualization and Modeling Techniques for Categorical and Count Data</p> <p>Kosslyn, S.M. (1993). Elements of Graph Design</p> <p>Maindonald, J. and Braun, W.J. (2010). Data Analysis and Graphics Using R</p> <p>Nagel, Benner, Ostermann (Hg., 1996). Grafische Datenanalyse. (very sound and comprehensive text in German)</p> <p>Tufte, Edward R (2001) [1983], The Visual Display of Quantitative Information (2nd ed.), Cheshire, CT: Graphics Press</p>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten



Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M08
Titel	Regression / Regression
Leistungspunkte	6 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 2 SWS Ü (68 h Präsenz / 112 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden lernen verschiedenartige Regressionsmethoden kennen und erwerben die Kompetenzen, die der Datensituation angemessene Methode auszuwählen und diese in Software umzusetzen. Sie verstehen das Prinzip des Confoundings und der Adjustierung und können explorative und konfirmative Schlussweisen in diesem Kontext unterscheiden.
Voraussetzungen	Empfehlung: Fachwissen des vorangegangenen Semesters dieses Studienganges
Niveaustufe	2. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner, Referate
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform:  50% Klausur (90 Minuten), 50% modulbegleitende Leistung (30 Stunden pro Teilnehmer*in). Wird die Klausur nicht bestanden, so lautet die Modulnote 5,0.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Aufbauend auf der schon bekannten einfachen linearen Regression werden vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• multiple lineare Regressionsmodelle (incl. Confounding und Adjustierung),</li> <li>• verallgemeinerte lineare Regressionsmodelle (insbesondere der wichtigste Vertreter, die logistische Regression),</li> <li>• Überlebenszeiten als Zielgrößen, Zensierung, log-rank test und Cox-Regression</li> </ul>
Literatur	Fox, J. (2016). Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models  Fox, J. and Weisberg, S. (2011). An R Companion to Applied Regression  Harrell, F. (2015). Regression Modeling Strategies With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis  Maindonald, J. and Braun, W.J. (2010). Data Analysis and Graphics Using R.
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M09
Titel	Machine Learning I / Machine Learning I
Leistungspunkte	6 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 2 SWS Ü (68 h Präsenz / 99 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Dieses Modul stellt Grundkonzepte des maschinellen Lernens vor und vermittelt den Studierenden die Kompetenz, Problemsituationen Lösungsansätze zuzuordnen. Die Studierenden kennen grundlegende Algorithmen, verstehen ihren Aufbau und können sie anwenden.
Voraussetzungen	Empfehlung: Kenntnisse mathematischer Modellierungen und statistischer Anwendungen am Computer wie sie auch in M01, M03, und M04 gelehrt werden.
Niveaustufe	2. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 100% Klausur (90 Minuten).
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unüberwachtes Lernen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Clusteranalyse</li> <li>○ Assoziationsanalyse</li> </ul> </li> <li>• Überwachtes Lernen / Klassifikation <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diskriminanzanalyse</li> <li>○ Logistische Regression (historische Ansätze)</li> <li>○ Klassifikation</li> <li>○ Entscheidungsbäume</li> </ul> </li> <li>• Algorithmen, beispielsweise <ul style="list-style-type: none"> <li>○ K-Means</li> <li>○ K-NN</li> <li>○ Naive Bayes</li> <li>○ Support Vector Machines</li> <li>○ CART, MARS</li> <li>○ Apriori Algorithmus</li> <li>○ neuronale Netze</li> </ul> </li> <li>• Praktische Anwendung mit Programmieren in R und Nutzung von R-Paketen (z.B. nnet, e1071).</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten



Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M10
Titel	Anwendung 1: Data Science Workflow / Applications
Leistungspunkte	7 LP
Präsenzzeit	4 SWS SU  (68 h Präsenz / 142 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Grundlagen
Lernziele / Kompetenzen	Dieses Modul bereitet das Anwenden des maschinellen Lernens mit Hilfe von Tools vor. Die Studierenden kennen passende Software, um Anwendungsfälle der Data Science modellieren und durchführen zu können. Sie lernen die Leistungsfähigkeit der Tools kennen und können diese Palette einschätzen, um eine effiziente Verarbeitung durchzuführen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Fachwissen des vorangegangenen Semesters
Niveaustufe	2. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform:  Je Unit: Modulbegleitende Projektaufgabe mit schriftlicher Dokumentation (40 Stunden pro Teilnehmer*in).  In diesem Fall werden die Teilleistungen folgendermaßen gewichtet: 50% je Unit. Bei Note 5,0 in einer Unit ist die Gesamt-Modulnote 5,0.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tools wie Mahout, Weka, RapidMiner, Pentaho, Spark, etc.</li> <li>•</li> <li>• Machine Learning Workflow <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Data Preparation, Cleaning und Integration</li> <li>○ Algorithmen wählen und konfigurieren</li> <li>○ Ergebnisse auswerten und weiterverwenden</li> </ul> </li> <li>• Übungen und Projekte anhand konkreter Anwendungsfälle, z.B. von Kaggle</li> <li>• Vorbereitung einer interdisziplinären Projektidee</li> <li>• Erster Prototyp der Start Up Idee / des Industrievorhabens als Capstone Projekt</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Witten, Frank, Hall: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Morgan Kaufmann</li> <li>• Chisholm: Exploring Data with RapidMiner, Packt Publishing</li> <li>• Kotu, Deshpande: Predictive Analytics and Data Mining: Concepts and Practice with RapidMiner, Elsevier Science</li> <li>• North: Data Mining for the Masses, Second Edition: with implementations in RapidMiner and R, CreateSpace Independent Publishing Platform</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten. Die Inhalte werden halbiert im Semester vom FB II und dem eigenen Studiengang / FB VI angeboten.





Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M11
Titel	Wahlpflichtmodul 1 / Required-Elective Module 1
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Voraussetzungen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lehrform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Status	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Anerkannte Module	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Inhalte	Ausgewählte Themen je nach gewähltem Modul aus dem Wahlpflichtmodulkatalog  Für dieses Wahlpflichtmodul können aus dem Wahlpflichtmodulkatalog die Module WP01, WP02 gewählt werden.
Literatur	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Weitere Hinweise	Auf Beschluss des Fachbereichsrates des Fachbereichs VI können weitere Module als Wahlpflichtmodule vorgesehen werden. Über das Angebot an weiteren Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn des Semesters.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• In jedem 2. Studienplansemester werden mindestens 2 Wahlpflichtmodule angeboten. Die/der Studierende hat ein Wahlpflichtmodul aus dem tatsächlichen Angebot zu wählen.</li> <li>• Die/der Studierende kann auf Antrag auch ein Modul aus einem anderen Master-Studiengang als Wahlpflichtmodul im 2. Studienplansemester wählen. Über den Antrag entscheidet der Dekan / die Dekanin des Fachbereichs.</li> <li>• Bei einem zeitweiligen Studium im Ausland können die dort in Modulen erworbenen Credits als Wahlpflichtmodule in vollem Umfang anerkannt werden, wenn die Inhalte der Module nicht mit denen der Pflichtmodule dieses Studienplans vergleichbar sind. Über die Anerkennung entscheidet der Dekan / die Dekanin des Fachbereichs.</li> </ul>

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M12
Titel	Machine Learning II / Machine Learning II
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 2 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Dieses Modul vertieft Konzepte des maschinellen Lernens. Die Studierenden wissen, wie die Güte von Algorithmen zu messen ist und können Algorithmen kombinieren. Weitere Algorithmen werden kennengelernt.
Voraussetzungen	Empfehlung: Kenntnisse des Machine Learning I M09
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 50% Klausur (90 Minuten), modulbegleitende Projektaufgabe mit schriftlicher Dokumentation und Präsentation (30 Stunden pro Teilnehmer*in). Bei Klausurnote 5,0 oder Projektaufgabennote 5,0 ist die Gesamt-Modulnote 5,0.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortsetzung und Vertiefung der Themen von Machine Learning I (M23) Maße und statistische Tests zur Beurteilung eines Klassifikators</li> <li>• Resampling und Ensembles, beispielsweise <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Random Forests</li> <li>○ Kreuzvalidierung</li> <li>○ Bootstrapping, Bagging und Boosting</li> </ul> </li> <li>• Vorhersagemodelle</li> <li>• Bayessche Netze</li> <li>• Praktische Anwendung mit Programmieren in R und Nutzung von R-Paketen (z.B. nnet, e1071).</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M13
Titel	Anwendung 2: Urbane Technologien / Applications 2: Urban Technologies
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS SU (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Es werden 3-4 Use Cases der Urbanen Technologien bearbeitet, die Daten und Fragestellungen analysiert und Machine Learning Methoden angewendet, um relevante Erkenntnisse zu gewinnen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Informatik, Statistik, Machine Learning und Data Preparation aus ersten und zweitem Semester dieses Studienganges
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform Projektarbeit (40 Stunden) und Präsentation (20min)
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen der Fachgebiete des Urban Technology (UT)</li> <li>• Daten und Problemfelder im UT Bereich</li> <li>• Standards und Werkzeuge des UT</li> <li>• Anwendungen mit Daten aus dem UT <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Energiesektor</li> <li>○ Smart Home</li> <li>○ IoT / Internet of Things / Sensordaten</li> <li>○ Verkehrsdaten / Bewegungsdaten</li> <li>○ etc. je nach Verfügbarkeit von passenden Daten</li> </ul> </li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.omg.org/hot-topics/iot-standards.htm">http://www.omg.org/hot-topics/iot-standards.htm</a></li> <li>• <a href="http://www.smartgreens.org/">http://www.smartgreens.org/</a></li> <li>• Journal of Urban Techology</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M14
Titel	Anwendung 3: Enterprise Data Science / Enterprise Data Science
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS SU (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden lernen Anwendungsgebiete des Data Science für Großunternehmen, Start-Up oder Open Source Szenarien kennen. Sie vertiefen dabei ihre Kenntnisse beispielsweise in Szenarien, die Textdaten mit tabellarischen Daten verknüpfen, und lernen Vorhersagemethoden in konkreten Anwendungsfällen anzuwenden.
Voraussetzungen	Empfehlung: Data Science Master 1. und 2. Semester
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Projektseminar
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Projektarbeit (40 Stunden) und Projektbericht (5-8 Seiten).
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<p>Besonderheiten von Data Science Projekten im Unternehmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenwertschöpfungsketten mit Text und tabellarischen Daten</li> <li>• Einführung in das Text Mining</li> <li>• Relation Extraction und Entity Linkage</li> <li>• Enterprise Search</li> <li>• Vorsagemethoden auf integrieren Text-Daten im Unternehmen</li> <li>• Prototyp der Start-Up Idee / des Industrievorhabens als Capstone Projekt (auch aufbauend auf M11)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Search Engines: Information Retrieval in Practice: Croft, Metzler, Strohan. Pearson. 2011. Online auch unter <a href="http://www.search-engines-book.com/">http://www.search-engines-book.com/</a></li> <li>• Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms, 2nd Edition: Mehmed Kantardzic. Wiley 2011</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten und wird als Projektseminar durchgeführt. Inhaltlicher Bezug ist das Modul M10 im 2. Studienplansemester. Das Modul eignet sich insbesondere auch dazu, Ideen (aus M10) über zwei Semester zu realisieren und im Anschluss in der Masterarbeit zu vertiefen.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M15
Titel	Studium Generale I / General Studies 1
Leistungspunkte	2,5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU oder 2 SWS Ü (34 h Präsenz / 41 h Selbststudium)
Lerngebiet	Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen
Lernziele / Kompetenzen	Die fachübergreifenden Lehrinhalte dienen der interdisziplinären Erweiterung des Fachstudiums und dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe	Bachelor- und Masterstudiengänge
Lehrform	Je nach gewähltem Modul
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	siehe Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<p>In den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen sind dazu Lerninhalte aus den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> <p>zu berücksichtigen.</p> <p>In den wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen sind jeweils Lerninhalte aus den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Natur- und Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> <p>zu berücksichtigen.</p>
Literatur	Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben.
Weitere Hinweise	Die Auswahl der Lehrveranstaltungen dieses Moduls obliegt der Eigenverantwortung der Studierenden. Die Auswahl der Lehrveranstaltungen müssen die Studierenden aus den für ihren Studiengang zugelassenen Bereichen treffen (siehe Inhalt).

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M16
Titel	Studium Generale II / General Studies 2
Leistungspunkte	2,5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU oder 2 SWS Ü (34 h Präsenz / 41 h Selbststudium)
Lerngebiet	Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen
Lernziele / Kompetenzen	Die fachübergreifenden Lehrinhalte dienen der interdisziplinären Erweiterung des Fachstudiums und dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Je nach gewähltem Modul
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 100% Übungsaufgaben.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<p>In den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen sind dazu Lerninhalte aus den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> <p>zu berücksichtigen.</p> <p>In den wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen sind jeweils Lerninhalte aus den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Natur- und Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> <p>zu berücksichtigen.</p>
Literatur	Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben
Weitere Hinweise	Die Auswahl der Lehrveranstaltungen dieses Moduls obliegt der Eigenverantwortung der Studierenden. Die Auswahl der Lehrveranstaltungen müssen die Studierenden aus den für ihren Studiengang zugelassenen Bereichen treffen (siehe Inhalt).

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M17
Titel	Business Value / Business Value
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SU (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Wirtschaftsingenieurwesen
Lernziele / Kompetenzen	Die Studenten sollen auch die Sichtweise des Wirtschaftsingenieurs bekommen: Business Value erkennen und angreifen. Prozessketten aufbauen und Qualität sichern.
Voraussetzungen	Empfehlung: Data Science Master 1. und 2. Semester dieses Studienganges
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Vorlesung
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt folgende Prüfungsform 5-8 Seiten Projektreport semesterbegleitend.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisationsformen und -strukturen in der Geschäftswelt</li> <li>• Typische Stakeholder erkennen</li> <li>• Fallstudien kennenlernen</li> <li>• Business Value identifizieren</li> <li>• Prozessketten umsetzen / Unternehmensstrukturen verändern</li> <li>• Fallstricke und organisatorisch / menschliche Aspekte: Psychologie und Verhandlung</li> <li>• Storytelling: Gewinn / Veränderungen kommunizieren</li> <li>• Business Value und Nachhaltigkeit</li> <li>• Qualitätssicherung im Big Data Analytics / Data Science Bereich</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Big Data“ Houghton Mifflin Harcourt, 2013</li> <li>• „The Signal and the Noise: Why So Many Predictions Fail – But Some Don’t“, Nate Silver, 2012</li> <li>• „Big Data at Work: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities“, Thomas H. Davenport, Harvard Business Review Press, 2014</li> <li>• „Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die“, Eric Siegel, Wiley, 2013</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten



Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M18
Titel	Wahlpflichtmodul 2 / Required-Elective Module 2
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Lernziele / Kompetenzen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Voraussetzungen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Niveaustufe	3. Studienplansemester Master
Lehrform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Anerkannte Module	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Inhalte	Ausgewählte Themen je nach gewähltem Modul aus dem Wahlpflichtmodulkatalog Für dieses Wahlpflichtmodul können aus dem Wahlpflichtmodulkatalog die Module WP03 bis WP06 gewählt werden.
Literatur	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Weitere Hinweise	<p>Auf Beschluss des Fachbereichsrates des Fachbereichs VI können weitere Module als Wahlpflichtmodule vorgesehen werden. Über das Angebot an weiteren Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn des Semesters.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In jedem 3. Studienplansemester werden mindestens 2 Wahlpflichtmodule angeboten. Die/der Studierende hat ein Wahlpflichtmodul aus dem tatsächlichen Angebot zu wählen.</li> <li>• Die/der Studierende kann auf Antrag auch ein Modul aus einem anderen Master-Studiengang als Wahlpflichtmodul im 2. Studienplansemester wählen. Über den Antrag entscheidet der Dekan / die Dekanin des Fachbereichs.</li> <li>• Bei einem zeitweiligen Studium im Ausland können die dort in Modulen erworbenen Credits als Wahlpflichtmodule in vollem Umfang anerkannt werden, wenn die Inhalte der Module nicht mit denen der Pflichtmodule dieses Studienplans vergleichbar sind. Über die Anerkennung entscheidet der Annerkennungsbeauftragte.</li> </ul>

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M19
Titel	Abschlussprüfung M19.1. Master-Arbeit / Master´s Thesis M19.2. Mündliche Abschlussprüfung / Oral final Examination (Abschlussprüfung gemäß jeweils gültiger Rahmenstudien- und -prüfungsordnung)
Leistungspunkte	25 LP
Workload	45 – 60 Minuten mündliche Abschlussprüfung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	<u>Master-Arbeit</u> Selbstständige Bearbeitung eines anspruchsvollen wissenschaftlichen Projektes mit schriftlicher Ausarbeitung einschl. deutscher und/oder englischer Zusammenfassung <u>Mündliche Abschlussprüfung</u> Die mündliche Abschlussprüfung orientiert sich an den Fachgebieten der Abschlussarbeit sowie an den Inhalten des Master-Studiums. Durch die Abschlussprüfung soll festgestellt werden, ob der oder die Studierende Methodenwissen in den Fachgebieten des Master-Studiums besitzt, das ihn/sie zu wissenschaftlicher Arbeit in diesem Arbeitsgebiet befähigt, und ob er/sie die Ergebnisse der Abschlussarbeit in einem größeren Fachkontext selbständig kritisch hinterfragen kann.
Voraussetzungen	Zulassung gemäß jeweils gültiger Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Niveaustufe	4. Studienplansemester
Lehrform	<u>Master-Arbeit</u> Wissenschaftliche Arbeit; die Betreuung erfolgt gemäß § 29 (7) RSPO durch den/die Betreuer/in der Master-Arbeit <u>Mündliche Abschlussprüfung</u> Präsentation (ca. 15 min) und mündliche Prüfung
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Jedes Semester
Prüfungsform	Abschlussprüfung
Ermittlung der Modulnote	Benotung der Abschlussprüfung durch die Prüfungskommission
Anerkannte Module	Keine
Inhalte	<u>Master-Arbeit</u> Lösung praxisnaher Problemstellungen mit wissenschaftlichen Methoden <u>Mündliche Abschlussprüfung</u> Verteidigung der Master-Arbeit und ihrer Ergebnisse in kritischer Diskussion; Präsentationstechniken
Literatur	Fachspezifisch
Weitere Hinweise	<u>Master-Arbeit</u>

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP01
Titel	Text Mining und Natural Language Processing / Text Mining and Natural Languages Processing
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefungen
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden erarbeiten sich Kenntnisse über das Mining von Textdaten direkt im Zusammenspiel datenanalytischer Fragestellungen Berliner Unternehmen. Vermittelt wird eine wissenschaftliche Methodik zur semantisch-syntaktischen Analyse von Texten, z.B. zur Erkennung von Entitäten, für dessen Verlinkung oder zur Extraktion von Relationen. Zu den eingesetzten Technologien gehört z.B. das Java-basiertes Text-Mining Framework der Stanford Universität.
Voraussetzungen	Empfehlung: erfolgreiche Teilnahme an den Modulen M01, M03, M04
Niveaustufe	2. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Projektseminar
Häufigkeit des Angebotes	nach Bedarf
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Projektarbeit (40 Stunden) und Projektbericht (5-8 Seiten)
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in statistische Computer Linguistik</li> <li>• Anwendungen/Datenwertschöpfungsketten</li> <li>• Wortverteilungen</li> <li>• Syntax Parsing</li> <li>• Depedenzparsing</li> <li>• Co-referenz- Auflösung</li> <li>• Entity Linkage</li> <li>• Relationsextraktion</li> <li>• Distributional Semantics</li> <li>• Forschung: Interaktives Text Mining/ Text Mining in Datenbanken</li> </ul>
Literatur	Introduction to Information Retrieval. Manning Raghavan. 2008 Foundations of Statistical Natural Language Processing. Manning, Schütze 1999
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten. Die Studenten (m/w) haben später die Möglichkeit, ihre Kenntnisse in einer Masterarbeit in einem Forschungsprojekt der Beuth-HS oder zusammen mit einem der Unternehmen zu vertiefen.



Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP02
Titel	Deep Learning / Deep Learning
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	<p>Die Studierenden lernen Deep Learning (DL) Anwendungen zu erstellen und auf Daten anzuwenden. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Konzepte von Deep Learning (DL) nachzuvollziehen</li> <li>• Die Funktionsweise bestehender DL-Anwendungen zu erläutern</li> <li>• Problemspezifischen Voraussetzungen zur Anwendung von DL einzuschätzen</li> <li>• Rohdaten zu analysieren und vorzuverarbeiten</li> <li>• DL-Frameworks zu bewerten und zu nutzen</li> <li>• DL-Anwendungen auf der Basis geeigneter Frameworks zu erstellen</li> <li>• DL auf einen Datensatz oder ein gegebenes Problem anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten</li> <li>• DL-Methoden und -Systeme im Hinblick auf ihre Tauglichkeit für ein gegebenes Problem zu evaluieren</li> <li>• DL- Algorithmen aus aktuellen Veröffentlichungen zu analysieren</li> </ul>
Voraussetzungen	Empfehlung: Fächer des ersten und zweiten Semesters Data Science
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	nach Bedarf
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Projektarbeiten (40 Stunden) semesterbegleitend.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Als Vorbild für ein komplexes lernendes System werden wir uns zunächst mit dem menschlichen Gehirn beschäftigen. Wir werden Module identifizieren und die Architektur untersuchen. Die Ergebnisse dienen uns später zum Vergleich mit tiefen Lernern wie tiefen neuronalen Netzen (engl. Deep Neuronal Networks, DNN). Zur Modellbildung von künstlichen Neuronen und neuronalen Netzen (NN) betrachten wir biologische Neuronen und deren Netze. Wir entwickeln daraus ein Neuronenmodell und lernen Feed-Forwarded Neuronale Netze (FNN) als Netzwerkarchitektur kennen. Wir wenden diese auf Beispieldaten an, und überlegen uns was es bedeutet darauf eine tiefe Architektur aufzubauen. Zur Verarbeitung von Sequenzen werden rekurrente neuronale Netze (RNN) eingeführt. Wir betrachten

	<p>verschiedene Varianten von RNNs: traditionelle RNNs, Long Short-Term Memory (LSTM), General Recurrent Units (GRU) und RNNs mit Attention Mechanismus. Zur Verarbeitung von Bildern werden wir Convolutional Neural Networks (CNN) verwenden. Zur Modellierung von Verhalten und dem Lernen aus Erfahrung, zum Beispiel von Robotern, wird Deep Reinforcement Learning (DRL) vorgestellt.</p> <p><b>Gliederung des Studienmoduls</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Gehirn als lernendes System</li> <li>• Biologische Neuronale Netze</li> <li>• Deep Learning Frameworks</li> <li>• Feed-Forwarded Neuronale Netze (FNN)</li> <li>• Deep Neuronal Networks (DNN)</li> <li>• Convolutional Neural Networks (CNN)</li> <li>• Recurrent Neuronal Networks (RNN)</li> <li>• Long Short-Term Memory (LSTM)</li> <li>• Attention Mechanism</li> <li>• Deep Reinforcement Learning (DRL)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deep Learning with Python, Francois Chollet, Manning, 2017, ISBN-13: 978-1617294433.</li> <li>• Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, MIT Press, 2017, ISBN-10: 0262035618, ISBN-13: 978-0262035613.</li> <li>• Python Deep Learning, Valentino Zocca, Gianmario Spacagna, Daniel Slater, Peter Roelants, Packt Publishing, 2017, ISBN-10: 1786464454, ISBN-13: 978-1786464453.</li> <li>• Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-Generation Machine Intelligence Algorithms, Nikhil Buduma, O'Reilly, 2017, ISBN-10: 1491925612, ISBN-13: 978-1491925614.</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP03
Titel	Neue Methoden Maschinellen Lernens / Advances in Machine Learning
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Wissenschaftliche Forschung im Bereich des Maschinellen Lernens selbständig recherchieren, vergleichend einordnen und kritisch bewerten. Wiederholung grundlegender Fachbegriffe Maschinellen Lernens. Lektüre aktueller Arbeiten im Bereich von ML und Anwendungen für Text, Bildverarbeitung und andere Daten. Implementierung oder Benutzung aktueller Methoden und Vergleich mit klassischen Verfahren. Verständnis der Arbeitsweise bei Begutachtung wissenschaftlicher Arbeit.
Voraussetzungen	Empfehlung: Fächer des ersten und zweiten Semesters Data Science
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	nach Bedarf
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Projektarbeit (40 Stunden) und Präsentation (20min).
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung klassischer ML Methoden (Baselines)</li> <li>• Überblick über <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wissenschaftliche Begutachtung neuer Methoden</li> <li>○ Verschiedene ML Anwendungsdomänen</li> <li>○ ML Konferenzen</li> </ul> </li> <li>• Vorstellung relevanter aktueller Arbeiten</li> <li>• Projektarbeit: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lektüre relevanter ML Manuskripte</li> <li>○ Implementierung/Benutzung aktueller Methoden</li> <li>○ Zusammenfassung eines Manuskriptes/Experiments</li> </ul> </li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten der letzten ~5 Jahre bei ML Konferenzen wie: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://neurips.cc">https://neurips.cc</a></li> <li>○ <a href="https://icml.cc">https://icml.cc</a></li> <li>○ <a href="http://cvpr2019.thecvf.com/">http://cvpr2019.thecvf.com/</a></li> <li>○ <a href="http://www.acl2019.org">http://www.acl2019.org</a></li> </ul> </li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP04
Titel	Lernen aus Bilddaten / Learning from Images
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	2 SWS SU und 2 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Das Modul betrachtet Methoden und Algorithmen zur Bearbeitung und Auswertung von großen Bild-, Video- und 3D-Modelldatenbanken. Dabei werden relevante Themen aus den Bereichen Maschinelles Lernen, Computer Vision und Computergrafik untersucht.
Voraussetzungen	Empfehlung: Programmierkenntnisse, Kenntnisse in Bildverarbeitung oder Computergrafik sind nützlich aber nicht notwendig. Fachspezifische Kenntnisse des ersten und zweiten Semesters Data Science
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	nach Bedarf
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Schriftliche Übungen (14-tägige Übungsblätter) und Projektarbeit (30h)
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Im seminaristischen Unterricht werden aktuelle angewandte Probleme aus folgenden möglichen Themenbereichen angeboten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhaltsbasierte Bild-, Video- oder 3D-Modellsuche</li> <li>• Bildklassifikation und Objekterkennung unter Nutzung von z.B. Support Vector Machines oder Convolutional Neural Networks</li> <li>• Weitere Methoden des Maschinellen Lernens zur Realisierung von z.B. 3D Rekonstruktion oder Augmented Reality</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://docs.opencv.org/3.1.0/#gsc.tab=0">http://docs.opencv.org/3.1.0/#gsc.tab=0</a></li> <li>• Computer Vision: Algorithms and Applications, Richard Szeliski, 2010, ISBN-13: 978-1848829343</li> <li>• Pattern Recognition and Machine Learning, Christopher Bishop, 2007, ISBN-13: 978-0387310732</li> </ul>
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten



Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP05
Titel	Stichprobenverfahren und Versuchsplanung / Sampling and Design
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden verstehen Sinn und Funktionsweise statistischer Verfahren zur Datengewinnung und erwerben die Kompetenz, diese für möglichst unverzerrten Erkenntnisgewinn aus ad-hoc Datenmengen einzusetzen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Fachspezifische Kenntnisse des ersten und zweiten Semesters Data Science
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	nach Bedarf
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 50% Klausur (90 Minuten), 50% modulbegleitende Leistung (30 Stunden pro Teilnehmer*in). Wird die Klausur nicht bestanden, so lautet die Modulnote 5,0.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stichprobenverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schichten</li> <li>○ Klumpen</li> <li>○ Mehrstufigen Verfahren</li> <li>○ Gewichtung</li> </ul> </li> <li>• Versuchsplanung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Faktorielle Versuchspläne verschiedenen Typs</li> </ul> </li> <li>• Propensity Score Verfahren</li> </ul>
Literatur	Wird noch bekanntgegeben
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP06
Titel	Learning and Intelligent Optimization / Learning and Intelligent Optimization
Leistungspunkte	5 LP
Präsenzzeit	4 SWS Ü (68 h Präsenz / 82 h Selbststudium)
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden lernen die wichtigsten Optimierungsmodelle und –methoden kennen. Sie werden damit in die Lage versetzt, die passende Lösung für die praktische Anwendung auszuwählen und anzuwenden. Die Unterschiede zwischen deterministischer und stochastischer Optimierung und die Wichtigkeit von robusten Lösungen werden klar. In eigener Implementierung werden Lernkonzepte auf Optimierung angewendet und state-of-the-art Werkzeuge verwendet.
Voraussetzungen	Empfehlung: Machine Learning I
Niveaustufe	3. Studienplansemester
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	nach Bedarf
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 40% Klausur (90 Minuten), 60% Präsentation (30 Minuten) eines Hausarbeitsthemas mit schriftlicher Ausarbeitung (10 Seiten, 50 Stunden pro Teilnehmer*in).
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Optimization and learning Introduction to local and global optimization Nonlinear optimization in one and more dimensions Local search and reactive search optimization Multi-objective reactive search optimization Stochastic Optimization Ant colony optimization Applications to problems in transport and logistics, e.g. routing Automatic configuration of optimization algorithms Application of optimization tools
Literatur	Battiti, R., Brunato, M.: The LION Way. Machine Learning plus Intelligent Optimization, LIONlab, University of Trento, Italy, 2014. Dorigo, M., Stützle, T.: Ant Colony Optimization, MIT Press, 2004. Hoos, H. H., Stützle, T.: Stochastic Local Search: Foundations and Applications, Morgan Kaufmann, 2004.
Weitere Hinweise	Das Modul wird auf Englisch angeboten