

## **Anlage 5**

# **Modulhandbuch des Studiengangs**

## **Data Science**

### **Master of Science**

des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften  
der Hochschule Darmstadt – University of Applied Sciences

zuletzt geändert am 09.07.2024  
Änderungen gültig ab 01.10.2024

Zugrundeliegende BBPO vom 11.01.2022 (Amtliche Mitteilungen Jahr 2022) in der  
geänderten Fassung vom 12.12.2023 (Amtliche Mitteilungen Jahr 2024)

## Inhaltsverzeichnis

<i>Pflichtkatalog</i>	3
<i>Mathematik-Synchronisationsmodul</i>	4
<i>Informatik-Synchronisationsmodul</i>	6
<i>Multivariate Statistik</i>	8
<i>Machine Learning 1</i>	10
<i>Praxisprojekt</i>	12
<i>Projektmanagement und Kommunikation</i>	14
<i>Hauptseminar</i>	16
<i>Datenschutz und ethische Aspekte von Big Data</i>	18
<i>Mastermodul</i>	20
<i>Wahlpflichtkatalog DS-M</i>	22
<i>Computerintensive Methoden (Computational Statistics)</i>	23
<i>Explorative Datenanalyse und Visualisierung</i>	25
<i>Gemischt-ganzzahlige Optimierung</i>	27
<i>Machine Learning 2</i>	29
<i>Nichtlineare und nichtparametrische Modelle</i>	31
<i>Zeitreihenanalyse</i>	33
<i>Wahlpflichtkatalog DS-I</i>	35
<i>Aktuelle Datenbanktechnologien</i>	36
<i>Algorithmik</i>	38
<i>Approximationsalgorithmen</i>	40
<i>Architektur von Datenbanksystemen</i>	42
<i>Big Data Analytics</i>	44
<i>Big Data Technologien</i>	47
<i>Biometric Systems</i>	49
<i>Business Intelligence</i>	51
<i>Computer Vision</i>	54
<i>Datenvorverarbeitung und Feature Engineering</i>	56
<i>High Performance Computing</i>	58
<i>IoT Technologien</i>	60
<i>Natural Language Processing</i>	62
<i>Text- und Web-Mining</i>	64
<i>Grundlagen und Implementierung moderner neuronaler Netzarchitekturen</i>	66
<i>Machine Learning Operations</i>	68
<i>Wahlpflichtkatalog M-I</i>	70
<i>Vertiefende Forschungs- und Entwicklungsarbeit</i>	71
<i>Wahlpflichtkatalog M-I (M-Teil)</i>	73
<i>Wahlpflichtkatalog M-I (I-Teil)</i>	74

# Pflichtkatalog

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mathematik-Synchronisationsmodul
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS1
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Mathematik-Synchronisationsmodul
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> A. Jahn
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> A.Jahn, S. Döhler, J. Groos, C. Bach , N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deskriptive Statistik (inkl. graphischer Methoden)</li> <li>• Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kombinatorik</li> <li>○ Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> </ul> </li> <li>• Allgemeine Wahrscheinlichkeitsräume: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> <li>○ Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Unabhängigkeit</li> <li>○ Zufallsvariablen und ihre Momente</li> <li>○ Grenzwertsätze</li> </ul> </li> <li>• Schätzen und Konfidenzintervalle</li> <li>• Hypothesentests</li> <li>• Regression und Korrelation</li> <li>• Bayes-Statistik</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse:</u> Studierende ohne mathematischen Abschluss lernen in diesem Modul die wichtigsten Begriffe und Methoden der deskriptiven Statistik, der Wahrscheinlichkeitsrechnung und schließenden Statistik kennen, die sie als Grundlage für die erfolgreiche Absolvierung der Module des Masterstudiengangs Data Science benötigen. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie kennen die wichtigsten diskreten und stetigen Verteilungen und erfassen die zentrale Rolle der Normalverteilung in der schließenden Statistik.</li> <li>○ Sie kennen das Prinzip der Hypothesentests und die damit verbundenen Begriffe (p-Wert, Konfidenzintervall, Punktschätzer, Fehler 1. und 2. Art usw.)</li> <li>○ Sie kennen die grundlegende Methodik der Regression und deren wichtigsten Voraussetzungen und Kenngrößen.</li> <li>○ Sie kennen die Grundzüge der Bayes-Statistik und können diese gegen nicht-bayesschen Verfahren abgrenzen</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Fertigkeiten</u>: Studierende beherrschen die statistischen Grundfähigkeiten, die sie als Grundlage für die erfolgreiche Absolvierung der Module des Masterstudiengangs Data Science benötigen. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie können Daten zusammenfassen, interpretieren und Ergebnisse darstellen.</li> <li>○ Sie können geeignete statistische Verfahren zur Analyse eines gegebenen Problems auswählen und eigenständig anwenden.</li> <li>○ Sie können statistische Analysen interpretieren und Ergebnisse statischer Analysen und Publikationen kritisch hinterfragen.</li> </ul> </li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Übung (Ü) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 12 CP 360 h (112 h Präsenzzeit plus 248 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsleistung in Form einer Klausur (Dauer: 90 min). Wenn gemäß Zulassungsbescheid beide Synchronisationsmodule belegt werden, setzt sich die Modulnote jeweils zu 50% aus beiden Prüfungsleistungen zusammen. Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Übungsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 10 SWS, die sich in 8 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Übungen (Ü) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflichtmodul für Studierende ohne mathematischen Studienabschluss.
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bamberg, Baur: Statistik</li> <li>• Fahrmeier, Künstler: Statistik, der Weg zur Datenanalyse</li> <li>• Field: Discovering Statistics</li> <li>• Freedman, Pisani, Purves: Statistics</li> <li>• Moore, McCabe, Craig: Introduction to the Practice of Statistics</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Informatik-Synchronisationsmodul
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS2
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Informatik-Synchronisationsmodul
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> A. Malcherek, R. Moore und A. Heinemann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Dozentinnen und Dozenten der Fachgruppen Programmieren, Datenbanken, Betriebssysteme und verteilte Systeme, Telekommunikation und IT-Security des Fachbereichs Informatik.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Die Studierenden sollen die Grundlagen der folgenden Informatik-Bereiche kennenlernen und beherrschen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objektorientierte Programmierung und Entwurf sowie Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>• Datenbanken</li> <li>• Betriebssysteme und verteilte Systeme</li> <li>• Computernetzwerke</li> <li>• IT-Security</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse und Fertigkeiten</u>: Studierende ohne Informatik-Studienabschluss lernen in diesem Modul die wichtigsten Begriffe und Methoden der Informatik kennen, die sie als Grundlage für die erfolgreiche Absolvierung der Module des Masterstudiengangs Data Science benötigen. Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>○ objektorientiert modellieren und programmieren,</li> <li>○ die wichtigsten grundlegenden Algorithmen und Datenstrukturen kennen, bewerten und anwenden,</li> <li>○ die Konzepte relationaler Datenbanksysteme und sind in der Lage, diese praktisch anzuwenden</li> <li>○ die Grundlagen von Betriebssystemen und verteilten Systemen beherrschen, sowie einfache verteilte Anwendungen entwerfen und realisieren.</li> <li>○ den strukturierten Aufbau von Computer-Netzwerken und die wichtigsten Kommunikationsfunktionen und Protokolle von IP-basierten Netzen,</li> <li>○ Grundbegriffe und die unterschiedlichen Bereiche der Sicherheit von IT-Systemen.</li> </ul> </li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Die Veranstaltung unterteilt sich in 8 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Übungen (Ü) in Gruppen.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 12 CP 360 h (112 h Präsenzzeit plus 248 h Selbststudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Mündliche Prüfung (15-30 Minuten). Wenn gemäß Zulassungsbescheid beide Synchronisationsmodule belegt werden, setzt sich die Modulnote jeweils zu 50% aus beiden Prüfungsleistungen zusammen. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikums- und Übungsaufgaben.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> 10SWS (8SWS Vorlesung + 2SWS Übung/Projektarbeit), Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflichtmodul für Studierende ohne Informatik-Studienabschluss.
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cormen, Leiserson, Rivest: Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg; 3.Auflage; 2010</li><li>• Stroustrup: Einführung in die Programmierung mit C++; Pearson Studium; 2010</li><li>• Heuer, Sattler, Saake: Datenbanken: Konzepte und Sprachen, mitp, 5. Auflage 2013</li><li>• Tanenbaum: Moderne Betriebssysteme, Verlag Pearson Studium, 3. Auflage, 2009</li><li>• Tanenbaum, Steen: Verteilte Systeme, Verlag Pearson Studium, 2. Auflage, 2007</li><li>• Peterson und Davie: Computernetze: Eine systemorientierte Einführung, dpunkt-Verlag, 4. Auflage, 2007</li><li>• Eckert: IT-Sicherheit: Konzepte-Verfahren-Protokolle, Oldenbourg-Verlag, 2011</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Multivariate Statistik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS3
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Multivariate Statistik
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> A. Jahn
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> A. Jahn, S. Döhler, J. Groos, C. Bach, N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen aus der linearen Algebra</li> <li>• Multiple lineare Regression</li> <li>• ANOVA</li> <li>• Hauptkomponentenanalyse</li> <li>• Faktorenanalyse</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> <li>• Clusteranalyse</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die wichtigsten klassischen Verfahren der multivariaten Statistik, die das Fundament des Machine Learning bildet und somit zu den unverzichtbaren Werkzeugen von Data Scientists gehört. Sie kennen und verstehen die Mathematik, die hinter diesen Verfahren steht. Sie lernen diese Werkzeuge in den für Data Scientists charakteristischen Anwendungsbereichen – Modellierung, Analyse und Prognose (predictive analytics) – kennen</li> <li>• <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten, indem Sie reale Daten mit den erlernten Verfahren der multivariaten Statistik analysieren. Dazu verwenden sie eine geeignete professionelle Software. Sie können die praktische Umsetzung ihrer Analyse angemessen präsentieren und kommunizieren.</li> <li>• <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen und beherrschen die mathematischen Grundlagen der multivariaten Statistik. Sie kennen die Stärken, Schwächen und Grenzen der jeweiligen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und beherrschen die technische Umsetzung. Sie können die Ergebnisse ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer



<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 90 min)</li> <li>2. Fachgespräch (Dauer: 15-30 min) und Booklet</li> </ol> <p>Unter Booklet ist hier eine Prüfungsstudienarbeit oder eine Hausarbeit im Sinne von § 13 Abs. 2 bzw. Abs. 3 ABPO zu verstehen. Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Für Studierende ohne mathematischen Abschluss ist die erfolgreiche Teilnahme am „Mathematik-Synchronisationsmodul“ verpflichtend.</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lattin, Carroll, Green: Analyzing Multivariate Data</li> <li>• Johnson, Wichern: Applied Multivariate Statistical Analysis</li> <li>• Backhaus, Erichson, Plinke, Weiber: Multivariate Analysemethoden</li> <li>• Backhaus, Erichson, Weiber: Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden</li> <li>• Affifi, Clark, May: Computer-Aided Multivariate Analysis</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Machine Learning 1
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS4
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Machine Learning 1
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> H. Zisgen
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> H. Zisgen, S. Döhler, J. Groos , N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Philosophie des Data Mining und Machine Learning – Analyse großer Datenbestände. Praktische Umsetzung. Fallstudien</li> <li>• Modellbildung und informationstheoretische Grundlagen</li> <li>• Einführung in ein professionelles DM-Tool</li> <li>• Methodik von ML-Algorithmen, insbesondere zur Klassifikation, wie z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entscheidungsbäume (ID3, C4,5, CART u.a.)</li> <li>○ Neuronale Netze</li> <li>○ Ensemble Methoden</li> <li>○ Support Vector Machines</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verständnis der Philosophie des Machine Learning und Data Mining Ansatzes und typischer Anwendungsfelder</li> <li>○ Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Entwicklung und Auswahl von Modellen</li> <li>○ Kenntnis und Verstehen wesentlicher Machine Learning und Data Mining Methoden.</li> <li>○ Vertiefende Kenntnis der statistischen Modelle hinter typischen Datamining Projekten</li> <li>○ Sie kennen die Anwendungsgrenzen bzw. Voraussetzungen der jeweiligen Methoden.</li> </ul> </li> <li>• <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Die Studierenden können Verfahren des Data Mining auf praktische Beispiele anwenden.</li> <li>○ Sie können passende Modelle entwickeln bzw. auswählen.</li> <li>○ Sie beherrschen ein professionelles Tool zur Lösung praktischer Probleme.</li> </ul> </li> <li>• <u>Kompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Die Studierenden können in der Praxis adäquate Verfahren auswählen bzw. weiterentwickeln.</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie können Projekte software-technisch durchführen und die Ergebnisse sachgemäß interpretieren</li> <li>○ Sie können die Voraussetzungen der Methoden eigenständig prüfen.</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mündliche Prüfung (Dauer: 30-60 min)</li> <li>2. Fachgespräch (Dauer: 15-30 min) und Booklet</li> </ol> <p>(Unter Booklet ist hier eine Prüfungsstudienarbeit oder eine Hausarbeit im Sinne von § 13 Abs. 2 bzw. Abs. 3 ABPO zu verstehen). Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Für Studierende ohne mathematischen Abschluss ist die erfolgreiche Teilnahme am „Mathematik-Synchronisationsmodul“ verpflichtend.</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gareth et al.: An Introduction to Statistical Learning, Springer</li> <li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning. Springer</li> <li>• Witten, Frank, Hall: Data Mining – Practical Machine Learning Tools, Witten et al, Morgan Kaufmann</li> <li>• C.M. Bishop: Pattern Recognition and Maschine Learning, Springer 2006</li> <li>• K.P. Murphy: Machine Learning –A probabilistic Perspective, MIT Press, 2012</li> <li>• Charu C. Aggarwal: Data Mining – The Textbook, Springer 2015</li> <li>• Goodfellow et.al. Deep Learning, MIT Press, 2016 ( <a href="https://www.deeplearningbook.org/">https://www.deeplearningbook.org/</a> )</li> <li>• Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001</li> <li>• Von den Dozenten bereitgestelltes Material</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Praxisprojekt
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS5
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Praxisprojekt
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Studiengangskoordinator Data Science
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Dozentinnen und Dozenten des Studiengangs Data Science
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>Das Thema des Praxisprojekts orientiert sich an aktuellen praxis- und forschungsrelevanten Fragestellungen aus dem Gebiet Data Science.</p> <p>In der dualen Form des Studiengangs findet das Praxisprojekt im Kooperationsunternehmen statt. Die Studierenden arbeiten dabei in Projekten ihres jeweiligen Unternehmens mit. Die erforderliche Qualitätskontrolle und das Begleitseminar wird auch in der dualen Studiengangsform durch Lehrende der beteiligten Fachbereiche geleistet. Im Begleitseminar kommen alle dual Studierenden eines Semesters, ihre jeweiligen Firmenbetreuer sowie die Fachbetreuer zusammen.</p> <p>In der nicht-dualen Variante bearbeitet jeweils eine Gruppe von Studierenden ein Projektthema, welches typischerweise durch einen Industriepartner gestellt wird. Das Praxisprojekt findet an der Hochschule statt und das Projektteam besteht aus Studierenden des Studiengangs.</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Die Masterstudierenden sind in der Lage, aktuelle praxis- und forschungsrelevante Fragestellungen aus dem Gebiet Data Science in einem Projektteam zu bearbeiten und die Ergebnisse praktisch umzusetzen. Sie erweitern und vertiefen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre fachlichen Kompetenzen,</li> <li>• ihre Kompetenzen im Bereich Software-Engineering und Projektmanagement,</li> <li>• ihre methodischen Kompetenzen in der Auswahl geeigneter mathematischer Verfahren und der Interpretation der Ergebnisse</li> <li>• ihre projektbezogenen Kompetenzen sowie ihre allgemeinen Transfer-, Sozial- und Selbstkompetenzen.</li> </ul> <p>Die Masterstudierenden können diese Kompetenzen bei der Bearbeitung eines umfangreichen Projekts aus dem Gebiet der Data Science anwenden.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Projekt mit Begleitseminar.

<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 14 CP 420 h (90 h Präsenzzeit plus 330 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Studienarbeit inkl. Anfertigung eines Projektberichts und abschließender Präsentation (Dauer: 60 -90 min). In der Gesamtnote wird auch der individuelle Anteil an der gesamten Projektphase berücksichtigt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 6 SWS.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Entfällt

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Projektmanagement und Kommunikation
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS6
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Projektmanagement und Kommunikation
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> T. Schürg
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Dozentinnen und Dozenten der Fachgruppe WI und LB
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle und Fallstudien zur Organisation von Projekten im Bereich Data Science</li> <li>• Anwendbarkeit von Agilem Projektmanagement auf Data Science Projekte</li> <li>• Unterschiede zwischen Software Entwicklungsprojekten und Data Science Projekten</li> <li>• Frameworks für Data Science Projekte</li> <li>• Projekt-Controlling</li> <li>• Projektänderungsmanagement</li> <li>• Unternehmensübergreifende Projektzusammenarbeit</li> <li>• Interkulturelles Projektmanagement</li> <li>• Kommunikation im Projekt unter Berücksichtigung der Vielfalt von Mitarbeiter-Profilen in einem Data Science-Team mit ihren jeweiligen Schwerpunkten Mathematik, IT, Domainen-Expertise, juristische Expertise (insbesondere in den Bereichen Schutz der Privatsphäre und IT-Sicherheit)</li> <li>• Ausgewählte Aspekte je nach verfügbarer Zeit und Interesse der Studierenden (z.B. Project Canvas, Lean Management, Kanban).</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können qualifiziert bei Planung, Steuerung und Controlling von Data Science-Projekten mitarbeiten und Führungsaufgaben entsprechend Ihres spezifischen Profils und ihrer praktischen Erfahrung übernehmen.</li> <li>• Die Studierenden können in Projektleitungsgremien mitarbeiten und Leitungsaufgaben übernehmen.</li> <li>• Die Studierenden reflektieren in Ihrer Seminararbeit den Projektverlauf unter Projektmanagementaspekten bzw. erarbeiten ein ausgewähltes Thema des Projektmanagements.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> V+Ü (Vorlesung + Übung)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsleistung in Form einer Klausur (60-90 Minuten) Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist die aktive Teilnahme am nicht benoteten Seminar mit eigenen Präsentationen und Diskussionsbeiträgen.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Gleichzeitige Belegung des Moduls „Projekt“ (DS5)
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tiemeyer, Ernst (Hg.) (2018): Handbuch IT-Projektmanagement. Vorgehensmodelle, Managementinstrumente, Good Practices. Unter Mitarbeit von Martin Beims, Robert Bergmann und Christof Ebert. 3., überarbeitete Auflage. München: Hanser. (e-book im Hochschulnetz)</li><li>• Wieczorrek, Hans W.; Mertens, Peter (2011): Management von IT-Projekten. Von der Planung zur Realisierung. 4., überarb. u. erw. Aufl. Berlin: Springer (Xpert.press). (e-book im Hochschulnetz)</li><li>• Scrum Alliance: Der Scrum Guide (deutsch, Version 2017)</li><li>• ISO 31000:2018 - Risikomanagement</li><li>• ISO 21500:2012: Leitlinien Projektmanagement</li><li>• weitere Literatur wird zu Beginn der LV bekanntgegeben</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Hauptseminar
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS7
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Hauptseminar
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Studiengangskoordinator Data Science
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Dozenten des Studiengangs Data Science
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Den Studierenden werden wissenschaftliche Publikationen zu bestimmten Themenkomplexen des Data Science bereitgestellt. Zusätzlich müssen die Studierenden nach ergänzender wissenschaftlicher Literatur recherchieren. Die bei der Literaturrecherche und beim Literaturstudium erworbenen Erkenntnisse und Schlussfolgerungen müssen in Form einer wissenschaftlichen Ausarbeitung und einer Präsentation zusammengefasst werden. Die Studierenden müssen an der fachlichen Diskussion zu allen im Rahmen des Seminars gehaltenen Vorträgen aktiv teilnehmen.
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Masterstudierenden erwerben vertiefte und spezielle fachliche Kompetenzen in mindestens einem Teilgebiet des Data Science,</li> <li>• sind in der Lage, selbständig relevante Fachliteratur zu einem bestimmten Themenkomplex des Data Science zusammenzustellen und sich selbständig in wissenschaftliche Publikationen einzuarbeiten,</li> <li>• können selbständig eine wissenschaftlich fundierte schriftliche Ausarbeitung zu einem bestimmten Themenkomplex des Data Science verfassen,</li> <li>• sind in der Lage, einen Vortrag zu einem bestimmten Themenkomplex des Data Science didaktisch zu gestalten und unter Benutzung der üblichen Medien zu halten,</li> <li>• können aktiv und fundiert zur Diskussion zu bestimmten Themenkomplexen des Data Science beitragen.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Seminar (Sem) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (22 h Präsenzzeit plus 128 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Referat inkl. schriftlicher wissenschaftlicher Ausarbeitung im Sinne von §13 Abs. 3 ABPO.



<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 2 SWS.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Entfällt

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Datenschutz und ethische Aspekte von Big Data
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS8
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Datenschutz und ethische Aspekte von Big Data
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> T. Willmer
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs GS
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Datenschutz und Ethik.</li> <li>• Entwicklung des Grundrechts auf informationelle Selbstbestimmung</li> <li>• Begriffsbestimmungen: (Besondere) personenbezogene Daten, Anonymisierung, Pseudonymisierung, Datentrennung, Technisch-Organisatorische Maßnahmen</li> <li>• Rechtsgrundlagen der Datenverarbeitung, Zweckbindungsgrundsatz, Einwilligungserfordernisse,</li> <li>• Datentransfer im Konzern und an Stellen außerhalb der EU</li> <li>• Bundesdatenschutzgesetz, Telemediengesetz, Telekommunikationsgesetz.</li> <li>• Rechte der Betroffenen</li> <li>• Ethik in der vernetzten Welt, Beeinträchtigungen des informationellen Selbstbestimmungsrechts, Missbrauch von Daten, Risiken durch Datenaggregation.</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über Datenschutz und Ethik, sie kennen die Grundrechte und die ethischen Implikationen der Datenverwendung.</li> <li>• Sie verstehen die Grundlagen der Datenerhebung- und Verwendung nach deutschem und europäischem Recht</li> <li>• Sie kennen die wesentlichen Gesetze, Verordnungen und Strategien im Datenschutz.</li> <li>• Sie kennen die Voraussetzungen einer transparenten informierten Einwilligung und die Voraussetzungen der Datenweitergabe.</li> <li>• Sie erlernen den Sinn und Zweck einer Ethik in der vernetzten Informations- und Wissensgesellschaft, insbesondere im Hinblick auf Big Data / Data Warehouse - Anwendungen</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsleistung in Form einer schriftlichen Klausurprüfung (Dauer: 180 min.).
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von 4 SWS.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gola, Peter, Reif, Yvette: Praxisfälle Datenschutzrecht, 1. A. Heidelberg 2013;</li><li>• Taeger, Jürgen: Einführung in das Datenschutzrecht, 1.A. München 2013.</li><li>• Worms, Nikolai, Informationsethik und Online-Netzwerke: Im Spannungsfeld zwischen struktureller Bedingtheit und Privatsphäre, 1. A. Berlin 2010</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mastermodul
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MM
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Mastermodul
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prüfungsausschuss Data Science
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Alle Dozentinnen und Dozenten des Masterstudiengangs Data Science
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b> Masterarbeit, Kolloquium zur Masterarbeit</p> <p>Die Masterarbeit ist eine betreute wissenschaftliche Arbeit, die zumeist in Industrie, Wirtschaft, in Instituten oder Forschungseinrichtungen durchgeführt wird. Typische Aufgabenstellungen einer Masterarbeit sind beispielsweise die Anwendung von Data Science Methoden auf neue oder erweiterte Problemfelder; Weiterentwicklung oder Implementierung von Data Science Methoden. Im dualen Studienmodell wird die Masterarbeit im Kooperationsunternehmen durchgeführt, mit dem der Studierende einen Studierendenvertrag abgeschlossen hat.</p> <p>Der Fortschritt der Arbeit wird regelmäßig mit den Betreuern diskutiert. Das Mastermodul schließt mit einem Kolloquium ab (siehe § 12 Abs. 6 BBPO).</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b> Die Masterstudierenden sind in der Lage, ein an wissenschaftlichen Fragestellungen orientiertes, in der Regel anwendungsbezogenes Thema aus dem Bereich Data Science selbständig und wissenschaftlich fundiert zu bearbeiten. Sie können die erzielten Ergebnisse unter Beachtung der üblichen Anforderung an eine wissenschaftliche Ausarbeitung zusammenfassen und präzise darstellen.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden und unter zeitlicher Befristung angefertigte Ausarbeitung über ein festgelegtes Thema, unter fachlicher und arbeitsmethodischer Betreuung gemäß § 22 Abs. 2 ABPO</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 30 CP 900 h</p>

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Benotete Abschlussarbeit (Bearbeitungszeit: 6 Monate) und benotetes Abschlusskolloquium (Dauer: 45 Minuten). Die Bewertung erfolgt anhand der schriftlichen Masterarbeit (75% der Modulnote) und des Kolloquiums zur Masterarbeit (25% der Modulnote)“ gemäß § 23 Abs. 8 ABPO“. Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit sind Leistungen im Umfang von 75 CP aus dem Master-Studienprogramm (siehe §12 Abs. 3 BBPO). Voraussetzung für die Zulassung zum Abschlusskolloquium ist das Bestehen der Abschlussarbeit sowie der erfolgreiche Abschluss aller zum Studienabschluss erforderlichen Module mit Ausnahme des Mastermoduls. Eine nicht bestandene Abschlussarbeit kann höchstens einmal wiederholt werden.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Siehe Prüfungsvoraussetzungen
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Siehe Prüfungsvoraussetzungen
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Semester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Themenabhängige Forschungsliteratur

# Wahlpflichtkatalog DS-M

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Computerintensive Methoden (Computational Statistics)
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> M02
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Computerintensive Methoden (Computational Statistics)
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> J. Groos
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> S. Döhler, J. Groos, N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationsmethoden</li> <li>• Resampling-Verfahren</li> <li>• Beurteilung der Modellgüte und Reproduzierbarkeit von Ergebnissen</li> <li>• Nichtparametrische Dichteschätzung</li> <li>• Komprimierung von hochdimensionalen Daten</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden lernen statistische Methoden jenseits der parametrischen Standard-Verfahren kennen. Sie erfahren, wie man Daten simuliert und in welchen Situationen man die verschiedenen Arten von Simulationen nutzt. Ihnen wird vermittelt was man unter Resampling versteht und in welchen Situationen welche Verfahren verwendet werden. Sie werden darüber in Kenntnis gesetzt, wie man sich systematisch für ein statistisches Modell entscheidet, dessen Güte beurteilt und die Ergebnisse auf Grundlage des Modells validiert. Ihnen werden die Grenzen der parametrischen Methoden vermittelt und alternative nichtparametrische Methoden und deren praktische Umsetzung aber auch deren Grenzen aufgezeigt. Im Falle hochdimensionaler Daten werden Methoden vermittelt die Dimensionen soweit zu reduzieren um bekannte Methoden auf die reduzierten Daten anwenden zu können.</li> <li>• <u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten in einer geeigneten Statistik-Software um die gelehrteten Methoden praktisch umzusetzen. Die können sich selbständig ein Thema einlesen und die praktische Umsetzung angemessen präsentieren.</li> <li>• <u>Kompetenzen</u>: Die Studierenden können sich in der Praxis für geeignete Methoden entscheiden und können diese anwenden. Bei der Entscheidung für eine geeignete Methode können sie eventuelle Grenzen oder Schwierigkeiten der einzelnen Methoden berücksichtigen.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer

<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit: 1. Mündliche Prüfung (Dauer: 30-60 min) 2. Fachgespräch (Dauer: 15-30 min) und Booklet (Unter Booklet ist hier eine Prüfungsstudienarbeit oder eine Hausarbeit im Sinne von § 13 Abs. 2 bzw. Abs. 3 ABPO zu verstehen).
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Empfohlen werden die Module „Multivariate Statistik“ und „Machine Learning 1“.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Davidson, Hinkley: Bootstrap Methods and their Application</li><li>• Efron, Tibshirani: An Introduction to the Bootstrap.</li><li>• Gareth et al.: An Introduction to Statistical Learning</li><li>• Gentle: Elements of Computational Statistics.</li><li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning.</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Explorative Datenanalyse und Visualisierung
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> M04
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Explorative Datenanalyse und Visualisierung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> C. Becker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> C. Becker, S. Döhler, J. Groos, N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenerfassung und Datenaufbereitung (Fehlende Werte, Ausreißer, ...)</li> <li>• Eindimensionale Daten</li> <li>• Zweidimensionale Daten</li> <li>• Multivariate Daten (inkl. Metaanalysen)</li> <li>• Codierung und Transformation von Daten</li> <li>• Visualisierung weiterer Datentypen</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden kennen und verstehen wesentliche Begriffe und Verfahren der explorativen Datenanalyse. Sie lernen Methoden wie Daten in der Praxis erfasst werden, wie man fehlerhafte Daten aufbereitet und sie präsentiert. Sie lernen erste explorative Methoden kennen und verstehen die Grundlagen im Umgang mit Multivariaten Daten. Sie erfahren wie man Daten codiert und transformiert. Ihnen werden einige in der Praxis übliche Visualisierungen verschiedener Datentypen aufgezeigt.</li> <li>• <u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden können Verfahren der explorativen Datenanalyse auf praktische Beispiele anwenden. Sie beherrschen ein professionelles Visualisierungs-Tool.</li> <li>• <u>Kompetenzen</u>: Die Studierenden können Daten explorativ analysieren und visualisieren. Sie können geeignete Darstellungen auswählen, software-technisch durchführen und die Ergebnisse interpretieren.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)

<p><b>6</b></p>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 90 min)</li> <li>2. Fachgespräch (Dauer: 15-30 min) und Booklet</li> </ol> <p>(Unter Booklet ist hier eine Prüfungsstudienarbeit oder eine Hausarbeit im Sinne von § 13 Abs. 2 bzw. Abs. 3 ABPO zu verstehen). Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.</p>
<p><b>7</b></p>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<p><b>8</b></p>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<p><b>9</b></p>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<p><b>10</b></p>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<p><b>11</b></p>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chen, Härdle, Unwin: Handbook of Data Visualization</li> <li>• Cleveland: Visualizing data</li> <li>• Field: Discovering Statistics</li> <li>• Fahrmeier, Künstler: Statistik, der Weg zur Datenanalyse</li> <li>• Hoaglin, Mosteller, Tukey: Understanding robust and exploratory data analysis</li> <li>• Theus, Urbanek: Interactive Graphics for Data Analysis: Principles and Examples</li> <li>• Tukey: Exploratory Data Analysis</li> <li>• Wilkinson: The Grammar of Graphics</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Gemischt-ganzzahlige Optimierung
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> M05
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Gemischt-ganzzahlige Optimierung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> T. Bedenk
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> T. Bedenk, J. Kallrath, N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierungstechniken für gemischt-ganzzahlige Optimierungsprobleme, beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modellierung logischer Bedingungen</li> <li>○ Transformation spezieller nichtlinearer Terme und Strukturen auf MILP-Ungleichungen</li> </ul> </li> <li>• Algorithmen und allgemeine Lösungstechniken, beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Branch-and-Bound, Branch-and-Cut</li> <li>○ Schnittebenenverfahren</li> <li>○ Dynamische Programmierung</li> <li>○ Exakte Dekompositionsverfahren, z.B. Column Generation</li> </ul> </li> <li>• Typische Praxisprobleme, beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Produktionsplanung, Distributionsnetzwerke, Supply Chain Optimierung</li> <li>○ Standortplanungsprobleme</li> <li>○ Mischungsprobleme</li> <li>○ Routenplanung</li> <li>○ Verschnittoptimierung</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden kennen und verstehen wichtige Algorithmen sowie allgemeine Techniken zur Lösung gemischt-ganzzahliger Optimierungsprobleme. Sie haben einen Überblick über typische Praxis-Fragestellungen und wissen, welches typische Optimierungsmodell als Kern für die Modellierung benutzt und erweitert werden kann.</li> <li>• <u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden sind in der Lage, gemischt-ganzzahlige Probleme zu modellieren, passende Lösungsmethoden zu wählen und diese anzuwenden.</li> <li>• <u>Kompetenzen</u>: Die Studierenden können reale Probleme in die Sprache der Mathematik transformieren und in einer algebraischen Modellierungssprache implementieren und Lösung im Sinne der Praxis zu interpretieren.</li> </ul>

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Übungen (Ü) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mündliche Prüfung (Dauer: 30-60 min)</li> <li>2. Fachgespräch (Dauer: 15-30 min) und Booklet</li> </ol> (Unter Booklet ist hier eine Prüfungsstudienarbeit oder eine Hausarbeit im Sinne von § 13 Abs. 2 bzw. Abs. 3 ABPO zu verstehen).
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Es werden Grundkenntnisse des „Operation Research“ empfohlen.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Übungen (Ü) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemhauser/Wolser: Integer Programming</li> <li>• Kallrath: Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis</li> <li>• Grünert/Irnich: Optimierung im Transport</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Machine Learning 2
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> M01
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Machine Learning 2
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> H. Zisgen
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> H. Zisgen, S. Döhler, J. Groos, N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente der Bayes Statistik und Bayesianisches Lernen</li> <li>• Markov Chain Monte Carlo Methoden</li> <li>• Bayes Netze</li> <li>• Data Snooping</li> <li>• Mischungsmodelle und EM-Algorithmus</li> <li>• Hidden Markov Modelle</li> <li>• Verallgemeinerte neuronale Netze (z.B. CNN, RNN, LSTM-Netze)</li> <li>• Reinforcement Learning</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden kennen fortgeschrittene Methoden des Machine Learning und Data Mining, die zu den wichtigen Werkzeugen von Data Scientists gehören. Sie kennen und verstehen die Mathematik, die hinter diesen Verfahren steht. Sie lernen diese Werkzeuge in den für Data Scientists charakteristischen Anwendungsbereichen kennen, d.h. in der Modellierung, Analyse und Prognose (predictive analytics).</li> <li>• <u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten, indem Sie die erlernten Methoden mittels einer geeigneten professionellen Software auf reale Daten anwenden. Sie können die praktische Umsetzung angemessen präsentieren und kommunizieren.</li> <li>• <u>Kompetenzen</u>: Die Studierenden verstehen und beherrschen die mathematischen Grundlagen der verschiedenen Verfahren. Sie kennen die Stärken, Schwächen und Grenzen der jeweiligen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und beherrschen die technische Umsetzung. Sie können die Ergebnisse ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</li> </ul>

<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit:  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mündliche Prüfung (Dauer: 30-60 min)</li> <li>2. Fachgespräch (Dauer: 15-30 min) und Booklet</li> </ol> (Unter Booklet ist hier eine Prüfungsstudienarbeit oder eine Hausarbeit im Sinne von § 13 Abs. 2 bzw. Abs. 3 ABPO zu verstehen). Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Empfohlen werden die Module „Multivariate Statistik“ und „Machine Learning 1“.</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning.</li> <li>• Schapire, Freund: Boosting: Foundations and Algorithms</li> <li>• Ludwig Fahrmeir, Iris Pigeot, and Gerhard Tutz. Statistik. Der Weg zur Datenanalyse. Springer Verlag, München, 2003</li> <li>• Andrew Gelman, John B. Carlin, Hal S. Stern, and Donald B. Rubin. Bayesian Data Analysis. Chapman and Hall/CRC, 2nd ed. edition, 2004</li> <li>• Peter D. Hoff. A First Course in Bayesian Statistical Methods. Springer Publishing Company, Incorporated, 1st edition, 2009</li> <li>• Sheldon M. Ross. Simulation, Fourth Edition. Academic Press, Inc., USA, 2006</li> <li>• Larry Wasserman. All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference. Springer Publishing Company, Incorporated, 2010.</li> <li>• Stuart Russell and Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall Press, USA, 3rd edition, 2009.</li> <li>• R. Sutton, A. Barto: Reinforcement Learning, 2<sup>nd</sup> ed. , MIT Press, 2018</li> <li>• C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006</li> <li>• K.P. Murphy: Machine Learning - A probabilistic Perspective, MIT Press, 2012</li> <li>• Shalev-Shwartz: Understanding Machine Learning</li> <li>• Zhou: Ensemble Methods: Foundations and Algorithms.</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Nichtlineare und nichtparametrische Modelle
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> M03
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Nichtlineare und nichtparametrische Modelle
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> S. Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> S. Döhler, J. Groos, A. Jahn, N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Regression</li> <li>• Modellselektion und Regularisierung</li> <li>• Polynomiale Regression</li> <li>• Basisfunktionen</li> <li>• Regression &amp; Smoothing Splines</li> <li>• Lokale Regression</li> <li>• GAMs Multivariate Regression</li> <li>• MARS</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen wichtige klassische und moderne nichtparametrische und nichtlineare Methoden, die wesentliche Werkzeuge des Machine Learning (Regression, Klassifikation, Dichteschätzung) darstellen. Sie lernen diese Werkzeuge in den Anwendungsbereichen kennen, die für Data Scientists wesentlich sind d.h. in der Modellierung, Analyse als auch Prognose (predictive analytics).</li> <li>• <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten, indem sie die vorgestellten Methoden mittels einer geeigneten Software auf reale Daten anwenden. Sie können die praktische Umsetzung angemessen präsentieren und kommunizieren.</li> <li>• <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen die mathematischen Grundlagen und kennen die Stärken und Schwächen der jeweiligen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und technisch umsetzen. Sie kennen die Anwendungsgrenzen bzw. Voraussetzungen der verschiedenen Methoden und können die Ergebnisse ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer

<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit:  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 90 min)</li> <li>2. Mündliche Prüfung (Dauer: 30-60 min)</li> </ol> Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Empfohlen werden die Module „Multivariate Statistik“ und „Machine Learning 1“.</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berk: Statistical Learning from a Regression Perspective</li> <li>• Fahrmeir, Kneib: Regression</li> <li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning</li> <li>• Klemela: Multivariate Nonparametric Regression and Visualization</li> <li>• Klemela: Smoothing of Multivariate Data</li> <li>• Kuhn: Applied Predictive Modeling</li> <li>• Schapire, Freund: Boosting: Foundations and Algorithms</li> </ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Zeitreihenanalyse
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> M06
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Zeitreihenanalyse
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> C. Becker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> C. Becker, N.N.
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deskriptive Ansätze</li> <li>• Modellierung von Trends und Saisonalitäten</li> <li>• Stationarität, ARIMA-Modelle</li> <li>• Fortgeschrittene Methoden und Modelle</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden lernen zentrale Ansätze zur Beschreibung und Modellierung von Zeitreihen kennen.</li> <li>• <u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden können Zeitreihen adäquat analysieren indem sie die Modelle, die sie in der Veranstaltung kennenlernen, anwenden.</li> <li>• <u>Kompetenzen</u>: Die Studierenden können unter Berücksichtigung der entsprechenden Voraussetzungen geeignete zeitreihenanalytische Modelle für praktische Fragestellungen auswählen, anwenden, und die Ergebnisse interpretieren, insbesondere für Prognosezwecke.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Übung (Ü) Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 90 min)</li><li>2. Mündliche Prüfung (Dauer: 30-60 min)</li></ol>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse im statistischer Modellierung, insbesondere im Schätzen, Testen und in der Theorie und Anwendung linearer Regressionsmodelle
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Übung (Ü) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• P.J. Brockwell &amp; R.A. Davis: Introduction to Time Series and Forecasting, Springer</li><li>• C. Chatfield: The Analysis of Time Series, Chapman &amp; Hall</li><li>• Tsay, Ruey S. Analysis of Financial Time Series. Vol. 543. John Wiley &amp; Sons, 2005</li><li>• Robert H Shumway and David S Stoffer. Time Series Analysis and Its Applications: with R Examples. Springer Science &amp; Business Media, 2010</li><li>• TR. Schlittgen &amp; B.H.J. Streitberg: Zeitreihenanalyse</li></ul>

# Wahlpflichtkatalog DS-I

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Aktuelle Datenbanktechnologien
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> l17
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Aktuelle Datenbanktechnologien
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> P. Muth
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> P. Muth, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>Vorstellung spezifischer Anwendungsszenarien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwaltung von Geodaten (spatial data) in DBS</li> <li>• Verwaltung von XML in Datenbanken und Generierung von XML-Daten aus (relationalen) Datenbeständen</li> <li>• Speicherung und Retrieval von Graphstrukturen (beispielsweise für social graphs) in Datenbanksystemen</li> </ul> <p>Betrachtung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an das DBMS abgeleitet aus dem spezifischen Anwendungskontext</li> <li>• speziellen Speicherungsstrukturen zur Unterstützung der Anforderungen</li> <li>• Erweiterungen der Datenbankabfragesprache zur Unterstützung der Anforderungen (u.a. SQL/XML, SQL/MM Spatial) bzw. spezifische Datenbankabfragesprachen für Graphdatenbanksysteme</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Die Studierenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geodaten gemäß des Simple-Feature-Model bzw. des SQL/MM-Standards modellieren,</li> <li>• je nach Anwendungskontext ein geeignetes Datenbankmanagementsystem für die Speicherung und das Retrieval von Geo-Daten auswählen,</li> <li>• die wichtigsten Spatial Operationen gemäß des SQL/MM-Standards beherrschen und</li> <li>• je nach Anwendungskontext geeignete Indexstrukturen für Geo-Daten zur Optimierung der Anfragen auswählen.</li> </ul> <p>Die Studierenden sind in der Lage, für die Speicherung und das Retrieval von XML-Daten in Datenbanksystemen je nach Anwendungskontext</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vor- und Nachteile der verschiedenen Speichermethoden zu bewerten,</li> <li>• die geeignete Speichermethodik bzw. das geeignetste Datenbankmanagementsystem auszuwählen sowie</li> <li>• Datenbankabfragen gemäß des SQL/XML-Standards zu erstellen und zu optimieren.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Speicher- und Indexierungsmethoden für Graphstrukturen kennen und</li> <li>sind in der Lage, je nach Anwendungskontext ein geeignetes Datenbankmanagementsystem für die Speicherung und das Retrieval von Graphstrukturen auszuwählen</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: mittel</li> <li>Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: hoch</li> <li>Technologische Kompetenzen: hoch (Entwicklungsprozess, strategischer Einsatz von Werkzeugen)</li> <li>Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: schwach</li> </ul> <p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projektbezogene Kompetenzen: mittel</li> <li>Fachübergreifende Sachkompetenzen: Technische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz</li> <li>Sozial- und Selbstkompetenzen: Analysekompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Hilfsmittel: Folien, Forschungspapiere (Originalliteratur)</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsvorleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Architektur von Datenbanksystemen</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter – oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 3 SWS Vorlesung (V) und 1 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Melton, Buxton: XQuery, XPath, and SQL/XML in Context, Morgan Kaufmann, 2006</li> <li>Saake, Heuer, Sattler: Datenbanken - Implementierungstechniken, mitp, 2012</li> <li>Brinkhoff: Geodatenbanksysteme in Theorie und Praxis, Wichmann, 2013</li> <li>Robinson, Webber, Eifrem: Graph Databases, O'Reilly &amp; Associates, 2013</li> <li>Aktuelle Forschungspapiere (VLDB, EDBT, BTW etc.)</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Algorithmik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I01
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Algorithmik
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> S. Lange
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> S. Lange, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Konzepte <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Laufzeit von Algorithmen</li> <li>○ Komplexitätsmaße, Abschätzungen</li> </ul> </li> <li>• Prinzipien des Entwurfs effizienter Algorithmen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ dynamisches Programmieren</li> <li>○ Greedy Algorithmen</li> <li>○ Divide &amp; Conquer Algorithmen</li> </ul> </li> <li>• Anwendungsgebiet algorithmische Geometrie <ul style="list-style-type: none"> <li>○ effiziente Algorithmen für ausgewählte Probleme (inklusive der zugrunde liegenden algorithmischen Prinzipien und geeigneter Datenstrukturen; u.a. Scan-line Prinzip, geometrisches Divide &amp; Conquer Algorithmen)</li> </ul> </li> <li>• Umgang mit schwierigen Problemen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ P=NP? Problematik</li> <li>○ Heuristiken (lokale Suche, Branch &amp; Bound)</li> <li>○ Approximationsschemata</li> </ul> </li> </ul> <p>Parallel zu Vorlesung und Übung arbeiten sich die Studierenden selbständig in das Thema randomisierte Algorithmen ein (mit Verständnisabfrage in einer Klausuraufgabe).</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Im Mittelpunkt stehen folgende Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis ausgewählter Prinzipien zum Entwurf effizienter Algorithmen</li> <li>• Kenntnis von der Umsetzung dieser Prinzipien im Anwendungsgebiet algorithmische Geometrie</li> <li>• Fähigkeit, komplizierte Algorithmen in Bezug auf deren Laufzeit zu analysieren</li> <li>• Kenntnis grundlegender Ansätze zum Umgang mit schwierigen algorithmischen Problemen und von den Möglichkeiten und Grenzen solcher Ansätze</li> </ul> <p>Folgende Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: hoch</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: schwach</li> <li>Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: mittel</li> </ul> <p>Folgende überfachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachübergreifende Sachkompetenzen: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Übung (Ü)Hilfsmittel: Folien, Übungsblätter
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Klausur (60-90 Minuten), unbenotete Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. (Die Prüfungsvorleistung ist erbracht worden, wenn 50% der Übungsaufgaben bearbeitet wurden, korrekte Lösungen für zwei Übungsaufgaben im Rahmen der Übung vorgestellt wurden und eine korrekte Musterlösung für eine Übungsaufgabe ausgearbeitet und abgegeben wurde.)
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 3 SWS Vorlesung (V) und 1 SWS Übung (Ü) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cormen, Th.H., Leiserson, Ch.E., Rivest, R., Stein, C.: Algorithmen - Eine Einführung, 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2007.</li> <li>Hromkovic. J.: Algorithmics for Hard Problems, 2nd Edition, Springer, 2003.</li> <li>Klein, R.: Algorithmische Geometrie, Springer 2005.</li> <li>Schöning, U.: Algorithmen, Spektrum-Akademischer Verlag, 2001.</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Approximationsalgorithmen
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I04
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Approximationsalgorithmen
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> S. Lange
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> S. Lange, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Approximationsalgorithmen</li> <li>○ relative Approximationsgüte</li> </ul> </li> <li>• Komplexitätstheoretische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Komplexitätsklassen P und NP</li> <li>○ NP-vollständige Entscheidungsprobleme</li> <li>○ NP-schwere und streng NP-schwere Optimierungsprobleme</li> </ul> </li> <li>• Approximationsalgorithmen mit konstanter Güte für ausgewählte Optimierungsprobleme, u.a. aus den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Graphentheorie</li> <li>○ Prozessoptimierung</li> </ul> </li> <li>• Approximationsschemata <ul style="list-style-type: none"> <li>○ einfache Approximationsschemata</li> <li>○ vollständige Approximationsschemata</li> </ul> </li> <li>• Approximationsalgorithmen nichtkonstanter Güte für ausgewählte graphentheoretische Optimierungsprobleme</li> <li>• Entwurfstechnik Lineare Programmierung</li> <li>• Entwurfstechnik Randomisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Randomisierte Algorithmen</li> <li>○ Randomisierte Approximationsalgorithmen und deren Derandomisierung</li> </ul> </li> <li>• Grenzen der Approximierbarkeit von Optimierungsproblemen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Probleme, für die es keine Approximationsalgorithmen konstanter Güte gibt</li> <li>○ Probleme, für die es keine einfachen bzw. vollständigen Approximationsschemata gibt</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Im Mittelpunkt stehen folgende Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis ausgewählter Prinzipien zum Entwurf approximativer Algorithmen</li> <li>• Analysefähigkeit in Bezug auf die Schwere eines Optimierungsproblems</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis von approximativen Algorithmen für unterschiedliche Problembereiche</li> <li>• Fähigkeit, Algorithmen in Bezug auf die Güte der von ihnen bestimmten Lösungen und auf deren Laufzeit zu analysieren</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: hoch</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: mittel</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: mittel</li> </ul> <p>Folgende fachübergreifende Sachkompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Übung (Ü)Hilfsmittel: Folien, ausführliches Vorlesungsskript (170 Seiten)</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Klausur 60-90 Minuten, unbenotete Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. (Die Prüfungsvorleistung ist erbracht worden, wenn 50% der Übungsaufgaben bearbeitet wurden, korrekte Lösungen für zwei Übungsaufgaben im Rahmen der Übung vorgestellt wurden und eine korrekte Musterlösung für eine Übungsaufgabe ausgearbeitet und abgegeben wurde.)</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 3 SWS Vorlesung (V) und 1 SWS Übung (Ü) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausiello, G., Crescenzi, P., Gambosi, G., Kann, V., Marchetti-Spaccamela, A., Protasi, M.: Complexity and Approximation: Combinatorial Optimization Problems and Their Approximability Properties, Springer 1999</li> <li>• D. Hochbaum (Hrg.): Approximation Algorithms for NP-Hard Problems, PWS Publishing Company, Boston, MA, 1997</li> <li>• J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems: Introduction to Combinatorial Optimization, Randomization, Approximation and Heuristics, Texts in Theoretical Computer Science, Springer 2001.</li> <li>• V. Vazirani: Approximation Algorithms, Springer 2001</li> <li>• R. Wanka: Approximationsalgorithmen, Teubner 2006</li> <li>• K. Jansen, M. Margraf: Approximative Algorithmen und Nichtapproximierbarkeit, de Gruyter, 2008</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Architektur von Datenbanksystemen
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I05
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Architektur von Datenbanksystemen
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> P. Muth
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> P. Muth, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referenzarchitekturen für Datenbanksysteme</li> <li>• Speicherstrukturen</li> <li>• Pufferverwaltung</li> <li>• Indexstrukturen</li> <li>• Anfrageoptimierung</li> <li>• Transaktionsverwaltung und Recovery</li> <li>• Verteilte Datenbankarchitekturen</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Performance von Datenbankanwendungen zu analysieren,</li> <li>• Anfragepläne zu analysieren und darauf basierend, das physische Design der Datenbank zu optimieren,</li> <li>• die wichtigsten Möglichkeiten zur Performance-Optimierung von Datenbanken anzuwenden,</li> <li>• den geeigneten Isolation Level für die jeweilige Anwendung auszuwählen,</li> <li>• Sicherungs- und Wiederherstellungsverfahren für Datenbanken praktisch anzuwenden und</li> <li>• die wichtigsten Algorithmen und Datenstrukturen zur Implementierung von Datenbanksystemen hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu bewerten.</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: mittel</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: hoch</li> <li>• Technologische Kompetenzen: hoch (Optimierungsstrategien, Entwicklungsprozess)</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: schwach</li> </ul> <p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektbezogene Kompetenzen: mittel</li> </ul>

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L)Hilfsmittel: Folien, Forschungspapiere (Originalliteratur)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Härder, Rahm: Datenbanksysteme, Springer-Verlag, 2001</li><li>• Saake, Heuer, Sattler: Datenbanken - Implementierungstechniken, mitp, 2012</li><li>• Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book, Prentice Hall, 2008</li><li>• Forschungspapiere (werden in der Vorlesung bereitgestellt)</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Big Data Analytics
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I06
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Big Data Analytics
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> M. Döhring
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> M. Döhring, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Mining-) Algorithmen auf horizontal skaliertem Datenmanagement</li> <li>• Die Phasen im Data-Science-Prozess - Besonderheiten im Hinblick auf Big Data: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Datensammlung</li> <li>○ Datenbereinigung</li> <li>○ Datenvorbereitung, Datentransformation</li> <li>○ Datenvisualisierung</li> <li>○ Modellierung, Evaluation und Deployment der Ergebnisse</li> </ul> </li> <li>• Verfahren des Maschinellen Lernens auf großen, verteilten Datenmengen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Clustering</li> <li>○ Klassifikation</li> <li>○ Dimensionsreduktion</li> </ul> </li> <li>• Stream Processing <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Technologische Konzepte</li> <li>○ Verarbeitungsgarantien</li> <li>○ Deskriptive Statistik</li> <li>○ Modellbildung und Deployment - offline und online</li> </ul> </li> <li>• Referenzarchitekturen im Bereich Big Data</li> <li>• Bereitstellung Cloud-basierter Infrastruktur zur Verarbeitung von großen Datenmengen</li> <li>• Large Scale Graphs <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Muster in Graphen und Graph Generierung</li> <li>○ Connected Components, Community-Maße und Community Detection</li> <li>○ Graph Partitionierung und Programmiermodelle</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Die Studierenden haben ein Verständnis für die wachsende Komplexität im Zusammenspiel von Algorithmen, Geschäftsprozessen und Architekturen bei Fragestellungen im Bereich von Analytics auf Big Data. Sie sind in der

	<p>Lage, für praktische Problemstellungen die strategisch geeigneten Analyseverfahren im Kontext der Gesamtar- chitektur und geeigneter Komponenten zum Datenmanagement anzuwenden. Sie können bestehende System- landschaften erweitern um Komponenten, die für Analytics auf Big Data erforderlich sind.</p> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: mittel</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: mittel</li> <li>• Technologische Kompetenzen: mittel ([Entwicklungsprozess, Strategischer Einsatz von Werkzeugen, Gü- tebeurteilung von Modellen und Ergebnissen])</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: schwach</li> </ul> <p>Folgende überfachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektbezogene Kompetenzen: mittel</li> <li>• Fachübergreifende Sachkompetenzen: Technische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz, Wirt- schaftliche Grundkompetenz</li> <li>• Sozial- und Selbstkompetenzen: Analysekompetenz, Urteilskompetenz, Entscheidungskompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L)</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prü- fungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Grundsätzliche Statistik- und Programmierkenntnisse sind notwendig.</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Der vorherige oder gleichzeitige Besuch der Lehrveranstaltungen "Data Mining (Fb I)" bzw. "Data Mining 1 (Fb MN - Data Science)" und "Big Data Technologien" wird empfohlen.</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 3 SWS Vorlesung (V) und 1 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b> Zum Zeitpunkt der Lehrveranstaltung aktuelle wissenschaftliche Publikationen, sowie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O'Neil, Cathy &amp; Schutt, Rachel. Doing Data Science. O'Reilly 2014</li> <li>• Agneeswaran, Vijay Srinivas. Big Data Analytics beyond Hadoop. Pearson 2014</li> <li>• Nisbet, R., Elder J., Miner G. Handbook of Statistical Analysis &amp; Data Mining Applications. Academic Press 2009</li> <li>• Andrade, H.C.M., Gedik, B., Turaga, D.S. Fundamentals of Stream Processing. Cambridge University Press 2014</li> <li>• Garofalakis, Gehke, Rastogi: Data Stream Management, Springer 2016</li> <li>• Leskovec, Rajaraman, Ullman: Mining of Massive Datasets, Cambridge University Press, 2014</li> <li>• Marz, N., Warren, J., Big Data - Principles and best practices of scalable real-time data systems. Manning 2015</li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• D. Chakrabarti, C. Faloutsos. Graph Mining. Laws, Tools, and Case Studies. Morgan &amp; Claypool Publishers 2012</li><li>• R. Brath, D. Jonker. Graph Analysis and Visualization. Discovering Business Opportunity in Linked Data. Wiley 2015</li></ul> |
|--|---|

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Big Data Technologien
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I08
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Big Data Technologien
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> P. Muth
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> P. Muth, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Technologien zur Speicherung und Verarbeitung von Big Data <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilte nicht-relationale Datenbanksysteme ("NoSQL"-Datenbanksysteme) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Architektur</li> <li>○ Datenpartitionierung und -replikation</li> <li>○ Konsistenz- und Transaktionskonzepte</li> <li>○ Anfragesprachen und -frameworks (inkl. MapReduce)</li> <li>○ Koexistenz zwischen SQL- und NoSQL-Datenbanken</li> </ul> </li> <li>• Spaltenorientierte Datenbanken <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Architektur</li> <li>○ Kompressionsalgorithmen</li> <li>○ Operatorimplementierung</li> <li>○ Optimierung von Datenbankabfragen</li> </ul> </li> <li>• In-Memory-Datenbanken <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Architektur</li> <li>○ Speichervarianten</li> <li>○ Sicherungs- und Wiederherstellungstechniken</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Die Studierenden kennen Technologien für die Verarbeitung von Big Data und deren jeweilige Vor- und Nachteile. Sie sind in der Lage, für praktische Problemstellungen die geeigneten Technologien auszuwählen.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung und Präsentation der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Der vorherige Besuch der Lehrveranstaltung "Architektur von Datenbanksystemen " ist hilfreich, aber nicht zwingend notwendig.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 3 SWS Vorlesung (V) und 1 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Brauer, Hampe, Edlich, Friedland, Brückner: NoSQL: Einstieg in die Welt nichtrelationaler Web 2.0 Datenbanken, Carl Hanser Verlag, 2. Auflage. 2011</li><li>• Plattner, Zeier: In-Memory Data Management: Technology and Applications, Springer Verlag, 2. Auflage, 2012</li><li>• Aktuelle Forschungspapiere (VLDB und SIGMOD)</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Biometric Systems
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I18
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Biometric Systems
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> C. Busch
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> C. Busch, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b> In this course, several key aspects of biometrics are covered.</p> <p><u>Lecture:</u> The lecture begins with an overview of applied statistics and hypothesis tests as well as other common statistical tools for biometrics, and then covers selected biometric concepts, particularly fingerprint recognition, vein recognition, face recognition and iris recognition. To this end, the relevant physiological characteristics, their variability, and potential problems are discussed before analyzing different approaches for each of the attributes to be investigated. In each case, not only benign applications are covered but also potential bottlenecks such as insufficient sample quality along the entire processing chain. The use of multi-biometrics including data fusion is discussed both in the context of robustness against attacks and improving the overall accuracy of the recognition process. The course continues with a discussion of the ethical and privacy-related issues in biometrics, along with possible limitations and technical mitigation mechanisms. Special attention is given to privacy enhancing technologies that provides protection of sensitive biometric data. In this line the course concludes with comparison-on-card approaches and template protection concepts that allow revocation of biometric references.</p> <p><u>Seminar:</u> The seminar will complement the topics of the lecture. The seminar will investigate application scenarios of biometrics in more detail. Further the student will have a chance to interact with current research projects. The student will provide a research report (term paper) on a topic that is chosen by the student in coordination with the lecturer.</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>After the course, the students should have acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge about common statistical tools for biometrics</li> <li>• Insight into advantages and disadvantages of biometric characteristics</li> <li>• Understanding of multimodal biometrics</li> <li>• Knowledge of ethical and privacy issues in biometrics.</li> <li>• Understanding of the threats and protection mechanisms for biometric data</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>The ability to choose an appropriate biometric method for a given application area.</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>formal, algorithmic, mathematical competencies: medium</li> <li>analytical, design and implementation competencies: high</li> <li>technological competencies: medium (technology of biometrics sensors, signal processing, feature extraction, privacy enhancing technologies)</li> </ul> <p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>interdisciplinary expertise: basic technical and natural scientific competence, basic juristic competence</li> <li>social and self-competencies: ability to work in a team, analytical competence, judging competence, competence of knowledge acquisition, presentational, documentary, teaching and mentoring competence, fluency</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Seminar (Sem) Slides and board will be used in the lecture. Further there is a set of short video. Students will be provided with a copy of the slides and with additional reading material on the topics of the lecture.</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Klausur (60-90 Minuten), benotete Prüfungsvorleistung (50%) The PVL is achieved with the term paper, which will be graded based on the submitted paper and the oral presentation of the findings. The presentation will take place in the seminar.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Seminar (Sem) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>S. Li , A.K. Jain, Handbook of Face Recognition, Springer, (2011)</li> <li>D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, S. Prabhakar, Handbook of Fingerprint Recognition, Springer, (2009).</li> <li>J. Wayman, A. Jain, D. Maltoni, D. Maio, Biometric Systems, Springer, (2005).</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Business Intelligence
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I09
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Business Intelligence
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> A. Malcherek
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> A. Malcherek, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>Ausgehend von einem breiten Verständnis des Business Intelligence werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen, Abgrenzungen, Einordnungen</li> <li>• Historische Entwicklungen, Konzepte, Fehlschläge</li> <li>• Voraussetzungen: Daten, Datenmodellierung, DWH inkl. ETL, Statistik, OR</li> <li>• Data-, Text-, Web-Mining, OLAP</li> <li>• Anforderungsanalyse und Konzepterstellung eines Business Intelligence System, Differenzierung in strategische und operative Ebene</li> <li>• Anwendungen in CRM, Controlling etc. und ihre Zusammenführung/Integration in ein System der Business Intelligence</li> <li>• Praxisbeispiele, Fallstudien, marktrelevante Systeme, z.B. von SAP etc.</li> <li>• Beurteilung der Kosten und des Nutzens, Bestimmung der Total Cost of Ownership</li> <li>• Varianten der Implementierung (Sourcing-Konzepte wie z.B. SaaS und Cloud-Computing</li> <li>• Exkurs: Bezüge zum Wissensmanagement</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Terminologie und Historie der Managementunterstützung durch Methoden und Werkzeuge der Wirtschaftsinformatik und der quantitativen Methoden, sie können diese in die Konzepte der MIS, DSS, ESS und Business Intelligence einordnen.</li> <li>• kennen notwendige Voraussetzungen (Datenbeschaffung, -bereitstellung, -vervollständigung, -klärung etc.) und dazu verwendete Technologien und Ansätze (DWH, Data und Text- Mining, Statistische Grundlagen).</li> <li>• beherrschen die wichtigsten Methoden und Verfahren im Bereich BI und können diese anwenden (DWH-Strukturierung inkl. ETL-Prozess, ausgewählte Verfahren des Data-, Text- und Web-Mining, Kennzahlen-systeme, Reporting, Balanced Score Card-Ansätze, Operations Research).</li> <li>• kennen den Markt relevanter Softwareunterstützung und haben exemplarisch mit einem oder mehreren Werkzeugen (BI Suite) gearbeitet.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen exemplarische Anwendungen und können die Bezüge zu Bereichen wie CRM, Controlling u. ä. darstellen, erklären und in "neuen" Anwendungsanforderungen entsprechende Methoden und Techniken bewerten und anwenden.</li> <li>kennen die betriebliche Bedeutung und die Abhängigkeiten umfassender BI-Lösungen.</li> <li>sind mit den Aspekten der Governance und des Alignments, soweit für BI-Systeme relevant, vertraut.</li> <li>kennen die organisatorischen Notwendigkeiten und Strukturen großer BI-Lösungen und können diese sowohl planen wie auch beurteilen.</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: mittel</li> <li>Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: hoch</li> <li>Technologische Kompetenzen: mittel (exemplarische Werkzeug-Analyse und -Bewertung von BI-Tools, exemplarischer Einsatz von BI-Tools)</li> <li>Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: mittel</li> </ul> <p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachübergreifende Sachkompetenzen: Wirtschaftliche Grundkompetenz</li> <li>Sozial- und Selbstkompetenzen: Analysekompetenz, Urteilskompetenz, Entscheidungskompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) . Hoher Anteil an Interaktion speziell zur Übung und Vertiefung. Praktikum in Gruppen mit exemplarischer Nutzung eines BI-Werkzeuges (Suite)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsvorleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. benotete Hausarbeit als Prüfungsvorleistung (50%), unbenotete Prüfungsvorleistung: Praktikum
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im 'Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 3 SWS Vorlesung (V) und 1 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Business Analytics, Heft Nr. 3, Band 53, HMD hrsg. v. K. Hildebrand, Dezember 2016 und folgende Hefte der Reihe HMD, Springer Verlag, zu Themen der BI</li> <li>Kemper, H. G.; Baars, H., Mehanna, W.: Business Intelligence &amp; Analytics, Springer Vieweg, 4. Auflage, 2019, ISBN: 978-3834819581</li> <li>Mertens, P.; Griese, J.: Integrierte Informationsverarbeitung, Bd. 2; 10. Auflage Gabler, Wiesbaden, 2009, ISBN: 978-3834910011</li> <li>Bashiri, C., Engels, C., Heinzlmann, M.: Strategic Alignment, Springer, 2010, ISBN: 978-3642114373</li> <li>Gabriel, R. Gluchowski, P., Pastwa, A.: Data Warehouse &amp; Data Mining, W3L-Verlag, 2011, ISBN: 978-3937137667</li> <li>Bachmann, R., Kemper, G.: Raus aus der BI-Falle, mitp-Verlag, 2011, ISBN: 978-3826691065</li> </ul>

- Bauer, A., Günzel H.: Data-Warehouse-Systeme: Architektur, Entwicklung, Anwendung, dpunkt.verlag, 4. Auflage, 2013, ISBN: 978-3898647854
- Inmon, W.H., Strauss, D., Neushloss, G.: DW 2.0: The Architecture for the Next Generation of Data Warehousing, Morgan Kaufmann, 2008, ISBN: 978-0123743190
- Kimball, R., Caserta, J.: The Data Warehouse ETL Toolkit, Wiley, 2004, ISBN: 978-0764567575
- Gluchowski, P., Chameni, P.: Analytische Informationssysteme: Business Intelligence-Technologien und -Anwendungen, Springer Gabler, 5. Auflage, 2016, ISBN: 973662477625
- Müller, R.M., Lenz, H.: Business Intelligence, Springer Vieweg, 2013, ISBN: 978-3642355592
- diverse spezielle und weiterführende Bücher und Artikel der Fachliteratur besonders zu DWH- und Data-Mining-Verfahren, Erfahrungsberichte, vergleichende Studien. *Data Warehouse & Data Mining*, Gabriel, R. Gluchowski, P., Pastwa, A., 2011, W3L-Verlag, ISBN: 3-937137-66-7
- Raus aus der BI-Falle, Bachmann, R., Kemper, G., 2011, mitp-Verlag, ISBN: 978-3-8266-9106-5
- diverse spezielle und weiterführende Bücher und Artikel der Fachliteratur besonders zu DWH- und Data-Mining-Verfahren, Erfahrungsberichte, vergleichende Studien

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Computer Vision
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I19
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Computer Vision
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> E. Hergenröther
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> E. Hergenröther, S. Nesper, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Wahrnehmung beim Menschen im Gegensatz zu Computer Vision</li> <li>• Sensoren, Kameras und optische Abbildungen</li> <li>• Vergleich bildhafter Information (Bild Differenz, Bildkorrelation)</li> <li>• Grundlagen der Segmentierung und Merkmalsextraktion</li> <li>• Stereobildauswertung (Hindernis-Detektion, 3D-Auswertung)</li> <li>• Bildfolgenauswertung (Änderungsentdeckung, relative Entfernung, Bewegungs- und Kollisionsvorhersage, optischer Fluss)</li> <li>• Deep Learning Ansätze (z.B. RNN und CNN bzw. R-CNN)</li> <li>• Shape from X (3D-Form aus Beleuchtung - photometrisches Stereo, 3D-Form aus Konturen, 3D-Form aus Texturen)</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, Computer-Vision-Systeme, wie sie z.B. in Medizin, Fertigungsautomatisierung, Robotik und autonomem Fahren eingesetzt werden, zu verstehen und zu analysieren</li> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen des künstlichen Sehens verstehen</li> <li>• Sie erlangen die Fähigkeit, Computer-Vision-Systeme selbst zu konzipieren und zu realisieren sowie Kamerasysteme auszuwählen und Verfahren zur Kalibrierung zu konzipieren und zu realisieren</li> <li>• Sie können wesentliche Methoden zur Merkmalsextraktion, Segmentierung und Objekterkennung erklären und umsetzen. Darauf aufbauend erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse zur automatisierten echtzeitnahen Stereobild- und Bildfolgen-Auswertung</li> <li>• Sie können aktuelle KI basierte Verfahren verstehen, anwenden und adaptieren</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: mittel</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: mittel</li> <li>• Technologische Kompetenzen: mittel</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: mittel</li> </ul>

	<p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektbezogene Kompetenzen: hoch</li> <li>• Fachübergreifende Sachkompetenzen: Technische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz</li> <li>• Sozial- und Selbstkompetenzen: Analysekompetenz, Kompetenz zum Wissenserwerb, Präsentations-, Lehr- und Beratungskompetenz, Sprachkompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L)</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Klausur (60-90 Minuten), benotete Prüfungsvorleistung (50%): Praktikum (Vortrag mit Kolloquium und Demonstration der Software)</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Grundkenntnisse in der Graphischen Datenverarbeitung</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Burger W., Burge M.J., "Principles of Digital Image Processing", Springer, 2010</li> <li>• Demant C., Streicher-Abel B., Waskewitz P., "Industrielle Bildverarbeitung", Springer, 2011</li> <li>• Forsyth D. A., Ponce J., "Computer Vision", Prentice Hall, Pearson Education, 2012</li> <li>• Goldstein E. B., "Wahrnehmungspsychologie", Spektrum Akademischer Verlag, 2015</li> <li>• Gonzales R., Woods R., "Digital Image Processing", Addison Wesley, 2018</li> <li>• Jähne B., "Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung", Springer, 2012</li> <li>• Nischwitz A. et al., "Computergrafik und Bildverarbeitung: Band II: Bildverarbeitung: 2", Vieweg+Teubner, 2011</li> <li>• Russ J. C., "The Image Processing Handbook", Springer, 2011</li> <li>• Szeliski R., "Computer Vision- Algorithms and Applications", Springer, 2011</li> <li>• Goodfellow I., Bengio Y., Courville A., "Deep Learning", MIT Press, 2016</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Datenvorverarbeitung und Feature Engineering
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I20
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Datenvorverarbeitung und Feature Engineering
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> T. Schürg
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> M. Döhring, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodiken zur Durchführung der vorbereitenden Prozesse des <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Datenverständnis,</li> <li>○ der Datenvorbereitung (u.a. Integration unterschiedlicher Datenquellen, Data Profiling, Datenbereinigung, Beseitigung von Inkonsistenzen, Umgang mit fehlenden Werten, verrauschten Daten etc.),</li> <li>○ des Feature Engineerings (u.a. Data Cleansing, Feature Selection, Feature Reduction, Feature Construction &amp; Extraction, Feature Transformation, Feature Sampling)</li> <li>○ sowie der Modellierung und Parametrisierung zur Anwendung der ausgewählten Mining-Verfahren</li> </ul> </li> <li>• Die zugrunde liegenden mathematischen Methoden der unterschiedlichen algorithmischen Lösungsansätze werden erarbeitet.</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Die Studierenden werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der (statistischen) Datenvorbereitung für Mining Verfahren strategisch und semantisch bewerten und anwenden können,</li> <li>• wichtige Verfahren des Data Mining Feature Engineerings kennen lernen, bewerten und strategisch anwenden können,</li> <li>• die zugrunde liegenden Methoden des maschinellen Lernens so weit verstehen, dass die möglichen Feature Repräsentationen für die entsprechenden Algorithmen optimal angewandt werden können.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L)Praktikum in Gruppen, Anwendung von Miningtools im Rahmen des Praktikums Hilfsmittel: Folien, Forschungspapier
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP



	150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsvorleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Statistik-Grundlagen, Data Mining Grundlagen, Programmieren, Datenbanken
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 3 SWS Vorlesung (V) und 1 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garcia: Data Preprocessing in Data Mining, Springer, 2014</li> <li>• Ozdemir, Susarla: Feature Engineering Made Easy: Identify unique features from your dataset in order to build powerful machine learning systems, Packt Publishing, 2018</li> <li>• Zheng, Casari: Feature Engineering for Machine Learning Models: Principles and Techniques for Data Scientists, O'Reilly, 2018</li> <li>• Kuhn, Johnson: Feature Engineering and Selection: A Practical Approach for Predictive Models, Taylor &amp; Francis, 2019</li> <li>• Forschungspapiere (werden im Rahmen der Vorlesung bereitgestellt)</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> High Performance Computing
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I12
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> High Performance Computing
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> R. Moore
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> R. Moore, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance - Where it is needed, why it is needed, how to measure and analyze it.</li> <li>• Models of parallel computation</li> <li>• theoretical models such as PRAM and Dataflow Graphs</li> <li>• architectural models e.g. SIMD, MIMD, SPMD</li> <li>• Methods and patterns for parallel system design</li> <li>• The shared memory paradigm, both explicitly with multi-threaded programming and with compiler assistance via OpenMP.</li> <li>• The message passing paradigm with MPI and/or modern MOM approaches (e.g. ZeroMQ).</li> <li>• Heterogeneous Hardware approaches, particularly with GPUs (Graphics Processing Units), using various techniques, e.g. OpenCL or OpenACC.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Students are able to first plan, then build and then analyze the performance of High Performance Computing (HPC) systems. More precisely, they are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyze problems and algorithms to discover inherent parallelism,</li> <li>• find the appropriate granularity for a given problem, i.e. choose between fine-grained and coarser grained implementations,</li> <li>• use shared memory (multithreaded), message passing and hybrid approaches,</li> <li>• use, and choose between, currently available tools (programming languages, libraries, etc.),</li> <li>• apply best practice design patterns and methods,</li> <li>• measure and analyze the performance and scalability of HPC implementations</li> </ul> <p>Professional competencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• formal, algorithmic, mathematical competencies: medium</li> <li>• analytical, design and implementation competencies: high</li> <li>• technological competencies: high</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• capability for scientific work: medium</li> </ul> <p>Interdisciplinary competencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• project related competencies: low</li> <li>• interdisciplinary expertise: basic technical and natural scientific competence</li> <li>• social and self-competencies: ability to work in a team, analytical competence, deciding competence, competence of knowledge acquisition, presentational, documentary, teaching and mentoring competence, fluency</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Klausur (60-90 Minuten), benotete Prüfungsvorleistung (33%): Praktikum Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsvorleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Programming experience (e.g. C, C++, Python, Go, Rust, etc.)
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Main Text <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. G. Mattson, B. A. Sanders &amp; B. L. Massingill, Patterns for Parallel Programming, Addison-Wesley (Pearson Education), 2005.</li> </ul> Also helpful: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clay Breshears, The Art of Concurrency, O Reilly Media Inc, 2009.</li> <li>• Ian Foster, Designing and Building Parallel Programs, Addison-Wesley Publishing, 1995. Cf. <a href="http://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/">http://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/</a></li> <li>• Brendan Gregg, Systems Performance: Enterprise and the Cloud, 2nd Edition, Pearson, 2020</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> IoT Technologien
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I14
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> IoT Technologien
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> J.-P. Akelbein
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> J.-P. Akelbein, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Architektur und Technologien im IoT</li> <li>• Abstraktionsschichten: Speicher, Daten, Information</li> <li>• IoT-Hardware und -Funktechnik</li> <li>• Anforderungen großer Mengen und Volumen von IoT-Datenmengen</li> <li>• IoT-Cloudarchitektur und Object Storage zur verteilten Speicherung</li> <li>• Beispielhafte Technologien für Sensornetze bzw. IoT-Datennetze wie IoT-SOCs, CoAP, MQTT, OPC UA, Blockchain, IoT-Funktechniken wie LPWA/LoRa, 6LoWPAN, BLE</li> <li>• Netzwerk-, Protokoll- und Zeiteigenschaften im IoT</li> <li>• CAP-Theorem in ereignisorientierten IoT-Architekturen</li> <li>• Modellierungsansätze nichtfunktionaler Eigenschaften im IoT</li> <li>• IoT-Daten - Eigenschaften, Zugriffsmuster, Verarbeitung und Auswertung</li> <li>• IoT-Architekturen und -Gesamtsystemeigenschaften</li> <li>• Identity Management und IT-Security-Merkmale im IoT</li> <li>• Weitere Aspekte des Data Management in Speichernetzen und im IoT</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnen und Anwenden von IoT Technologien (Hardware und Software)</li> <li>• Erkennen und Spezifizieren von Anforderungen an Technologien bei vernetzten und ressourcenbeschränkten Systemen im Internet of Things (IoT)</li> <li>• Kenntnisse über Aufbau und Realisierung exemplarischer IoT Technologien für Hardware, Middleware, Funktechniken</li> <li>• Kenntnisse über Eigenschaften und Verarbeitung von IoT-Daten</li> <li>• Modellierung und Kriterien zur Evaluierung nichtfunktionaler Eigenschaften</li> <li>• Übertragung und Speicherung großer Mengen und Volumen von IoT-Daten</li> <li>• Bewerten von Einflüssen unzuverlässiger Niedrigenergienetze (low power lossy networks) und von Zugriffsmustern auf Daten</li> <li>• Einordnen und Anwenden von IT-Security-Merkmalen für IoT Technologien</li> <li>• Verständnis von IoT-Architekturen und -deren Gesamtsystemeigenschaften</li> <li>• Erlangung einer datenzentrischen und datenflussorientierten Sichtweise und Berücksichtigung der zu Grunde liegenden technischen Systeme</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: schwach</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: mittel</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologische Kompetenzen: hoch</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: mittel</li> </ul> <p>Folgende überfachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektbezogene Kompetenzen: mittel</li> <li>• Fachübergreifende Sachkompetenzen: Technische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz, aus angrenzenden Fachgebieten wie der Elektrotechnik und Data Science</li> <li>• Sozial- und Selbstkompetenzen: Sprachkompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) , Laborpraktikum (L), Seminar (Sem) Der Wissenserwerb in der Vorlesung wird im Seminar mittels aktiver Gruppenübungen aller Teilnehmer vertieft und so mit der Anwendung im Praktikum verknüpft. Im Praktikum wird das Verständnis der Herangehensweisen durch Untersuchungen und Erstellung von individuellen Technologiestudien geübt und vertieft.</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Klausur (60-90 Minuten), Erstellung einer Technologiestudie als benotete schriftliche Hausarbeit mit Präsentation der Ergebnisse; Anwesenheitspflicht bei allen Seminarsitzungen und Praktikumsterminen), benotete Prüfungsvorleistung (50%)</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Hilfreich sind allgemeine Kenntnisse auf Bachelorniveau über Datenbanken, Dateisysteme, Technische Grundlagen der Informatik und Programmieren, Grundlagen von IP wie http und OSI-Schichtenmodell</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V), 1 SWS Seminar (Sem) und 1 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ulf Toppens, Nils Haustein, "Speichernetze", 3. Auflage, dpunkt, 2019</li> <li>• Dirk Slama, "Enterprise IoT", O'Reilly, 2015</li> <li>• Gastón C. Hillar, "MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol", Packt, 2017</li> <li>• Wolfgang Mahnke et.al., "OBC Unified Architecture", Springer, 2009</li> <li>• Zach Shelby, Carsten Bormann, "6LoWPAN - the wireless Embedded Internet", Wiley, 2009</li> <li>• Joe Arnold &amp; members of the SwiftStack team, OpenStack Swift - using, administering, and developing for Swift Object Storage, O'Reilly Verlag, 2014</li> <li>• Shuang-Hua Yang, "Wireless Sensor Networks", Springer Verlag 2014</li> <li>• Parikshit N. Mahalie et.al., Identity for Internet of Things, River Publishers, 2015</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Natural Language Processing
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> l21
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Natural Language Processing
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Bettina Harriehausen
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Bettina Harriehausen
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> This course will cover the following aspects of Natural Language Processing (NLP): tokenization, tagging, parsing, morphology, electronic dictionaries, problems in homonyms and disambiguation in general, machine translation, syntax, grammatical theories, CD structures, RTNs, ATNs, electronic grammar checking, statistical language processing: Bayes Rules and Hidden Markov Models.
<b>3</b>	<b>Ziele</b> The students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the relevance of Natural Language Processing (NLP) as a sub-field of Artificial Intelligence</li> <li>• understand the complexity of NLP applications, and on the basis of a detailed analysis, point at the problem and become sensible w.r.t a solution</li> <li>• get familiar with NLP tools and apply them</li> <li>• acquire knowledge in the subfields of NLP: morphology, Tokenization, Tagging, electronic dictionaries, Syntax, Semantics, Machine Translation (rule-based and statistical), Text Mining, and Speech Recognition</li> <li>• understand the connection between NLP and Computational Linguistics, i.e. different views on the same field</li> <li>• become sensible to problems in the NLP field - focusing on disambiguation on different levels (word-, sentence-, text-, web)</li> <li>• have acquired theoretical skills across the entire field of NLP and will be able to apply them</li> <li>• be able to analyze an NLP problem, design &amp; implement a prototypical solution and document the work</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Seminaristic Lecture; Videos of the Lectures; Slides
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausur (60-90 Minuten), benotete Prüfungsvorleistung (50%) (Group project from one of the subfields of NLP - incl. Documentation; graded individual assignments)
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Basic concepts and ways of thinking in the field of artificial intelligence (Bachelor level)
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Jurafsky, Daniel. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. Prentice Hall, 2008.</li><li>• Manning/Schütze. Foundations of Statistical Language Processing. Foundations of Statistical Natural Language Processing. MIT Press. 1999.</li><li>• Pierre Nugues. An Introduction to Language Processing with Perl and Prolog: An Outline of Theories, Implementation and Application with Special Consideration of English, French, and German (Cognitive Technologies). Springer Berlin Heidelberg, 2009.</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Text- und Web Mining
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I16
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Text- und Web-Mining
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> M. Döhring
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> M. Döhring, N.N
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das WWW als Datenquelle: Grundkonzepte von Web Content Mining, Web Usage Mining, Web Structure Mining</li> <li>• Crawling Suchstrategien; Spider&amp;Robot Implementierung</li> <li>• Generieren von Website Wrappern</li> <li>• Link Analysis &amp; Community Detection</li> <li>• Textzerlegung</li> <li>• Information Retrieval - Vektorraummodell, Word Embeddings, N-Gram Modelle, Ähnlichkeitsmaße, Gütemaße, Relevanz-Ranking</li> <li>• Analytics und Data Mining auf Text-&amp;Webdaten (Vocabularies, Sparsity, Online Learning, Deep Learning)</li> <li>• Topicmodelle</li> <li>• Nutzung, Untersuchung und Fine-Tuning vortrainierter großer Sprachmodelle (Large Language Models)</li> <li>• Cloudbasierte Technologien zur Textverarbeitung, zum Training und zur Anwendung von Sprachmodellen</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Die Studierenden werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einen Überblick darüber haben, welche Arten von unstrukturierten bzw. semistrukturierten Text-&amp;Webdaten es gibt und wie man diese beschaffen kann.</li> <li>• Text- und Webdaten aus gängigen Quellen extrahieren und für weitere Analysen verknüpfen und aufbereiten können.</li> <li>• Charakteristiken bestimmter Text-&amp;Webdatensätzen herausarbeiten und erklären können.</li> <li>• Methoden der Statistik und des maschinellen Lernens auf verknüpften und aufbereiteten Text-&amp;Webdaten anwenden können, um deskriptive oder prädiktive Modelle zu erzeugen.</li> <li>• Den Nutzen der Text-&amp;Webdaten in Hinsicht auf ein bestimmtes Analyseziel hin qualitativ und quantitativ beurteilen können.</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: mittel</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: hoch</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologische Kompetenzen: mittel (Entwicklungsprozess, strategischer Einsatz von Werkzeugen, Gütebeurteilung von Modellen und Ergebnissen)</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: schwach</li> </ul> <p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektbezogene Kompetenzen: mittel</li> <li>• Fachübergreifende Sachkompetenzen: Technische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz</li> <li>• Sozial- und Selbstkompetenzen: Analysekompetenz, Urteilskompetenz, Entscheidungskompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Laborpraktikum (L) Folien, Whiteboard, Live-Coding
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Grundsätzliche Statistik- und Programmierkenntnisse sind notwendig.
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Von Vorteil bzw. zur Ergänzung empfohlen, jedoch nicht zwingend notwendig: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Mining</li> <li>• Natural Language Processing</li> <li>• Semantic Web</li> </ul>
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Laborpraktikum (L) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Zum Zeitpunkt der Lehrveranstaltung aktuelle wissenschaftliche Publikationen, sowie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liu, B. (2011), Web Data Mining: Exploring Hyperlinks, Contents, and Usage Data. Second Edition , Springer .</li> <li>• Heyer, G.; Quasthoff, U. &amp; Wittig, T. (2006), Text Mining: Wissensrohstoff Text. Konzepte, Algorithmen, Ergebnisse , W3l .</li> <li>• Manning, C. &amp; Schütze, H. (1999), Foundations of statistical natural language processing , MIT Press .</li> <li>• Manning, C.; Raghavan, P. &amp; Schütze, H. (2008), Introduction to Information Retrieval , Cambridge University Press</li> <li>• Mitchell, R. (2015), Web Scraping with Python: Collecting Data from the Modern Web, O'Reilly</li> <li>• Munzert, S.; Rubba, C.; Meißner, P. &amp; Nyhuis, D. (2015), Automated Data Collection with R: A Practical Guide to Web Scraping and Text Mining, Wiley</li> <li>• Russell, M. A. (2018), Mining the Social Web, O'Reilly</li> <li>• Christen, P. (2012), Data Matching, Springer</li> <li>• Harrison, P. &amp; Honnibal, M. (2018), Deep Learning with Text: A Modern Approach to Natural Language Processing with Python and Keras, O'Reilly</li> <li>• Tunstall, L. &amp; von Werra, L. &amp; Wolf, T. (2022): Natural Language Processing with Transformers, O'Reilly</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Grundlagen und Implementierung moderner neuronaler Netzarchitekturen
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> I03
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Grundlagen und Implementierung moderner neuronaler Netzarchitekturen
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> M. Braun
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Lehrende des Fachbereichs
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>In teils unterschiedlichen Gewichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deep Feedforward Networks, Gradientenabstieg</li> <li>• Autoencoder</li> <li>• Convolutional Neural Networks und Graph Neural Networks</li> <li>• Modellierung von Sequenzen</li> <li>• Repräsentations- und Transferlernen</li> <li>• Attention</li> <li>• Transformer</li> <li>• Tiefe Generative Modelle</li> <li>• Generative Adversarial Networks</li> <li>• Anwendungsbereiche, insbesondere Sprachmodelle</li> <li>• Auswahl eines Ansatzes anhand der Problemdefinition</li> <li>• Auswahl einer passenden Güteevaluation</li> <li>• kritische Betrachtung gegenüber alternativen Methoden</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, die mathematische und technische Funktionsweise sowohl der elementaren Bestandteile als auch der komplexen Wirkzusammenhänge von Komponenten moderner Netzarchitekturen im Bereich Deep Learning zu verstehen. Sie können diese Komponenten für eigene praktische Forschungs- oder Industrieprojekte im Detail anpassen bzw. effektiv selbst implementieren.</p> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: hoch</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: mittel</li> <li>• Technologische Kompetenzen: mittel</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: mittel</li> </ul> <p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektbezogene Kompetenzen: mittel</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachübergreifende Sachkompetenzen: Technische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz</li> <li>• Sozial- und Selbstkompetenzen: Analysekompetenz, Urteilskompetenz, Entscheidungskompetenz, Kompetenz zum Wissenserwerb</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Praktikum (P) Seminaristische Vorlesung mit Praktikum
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP 150 h (45 h Präsenzzeit plus 105 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsvorleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt.
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Vorkenntnisse in Lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitsrechnung, Grundlagen der Analysis, Programmieren.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Winter- oder Sommersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Praktikum (P) unterteilen.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Zum Zeitpunkt der Lehrveranstaltung aktuelle wissenschaftliche Publikationen, sowie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• C.Aggarwal. Neural networks and deep learning. Springer, 2018.</li> <li>• A.L.Caterini und D.E.Chang. Deep neural networks in a mathematical framework, Springer, 2018.</li> <li>• F.Collet, Deep Learning with Python (2nd Edition), Manning, 2021.</li> <li>• I.Goodfellow, Y.Bengio und A.Courville. Deep learning book. MIT Press 521.7553, 2016.</li> <li>• T.Hastie, R.Tibshirani, J.Friedman. The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction, Springer, 2009.</li> <li>• U.Kamath, K.L.Graham und W.Emara. Transformers for machine learning: a deep dive. Chapman &amp; Hall/CRC, 2022.</li> <li>• J.Patterson und A.Gibson. Deep Learning: a practitioner's approach. O'Reilly, 2017.</li> <li>• T.Rashid. Neuronale Netze selbstprogrammieren: Ein verständlicher Einstieg mit Python. O'Reilly, 2017.</li> <li>• J.C.Ye. Geometry of deep learning: a signal processing perspective. Springer, 2022.</li> <li>• A.Zhang, Z.C.Lipton, M.Li, A.J.Smola. Dive into deep learning, <a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a></li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Machine Learning Operations
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MLOps
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Machine Learning Operations
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> T. Schürg
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> T. Schürg
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design Prinzipien für Machine Learning Lösungen</li> <li>• Abgrenzung zu DevOps</li> <li>• Artefakte einer Machine Learning Lösung</li> <li>• Cloud native Betrieb von Machine Learning Lösungen</li> <li>• MLOps auf Edge Devices</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ML Ops Architekturen aufstellen und bewerten</li> <li>• die Prinzipien für den erfolgreichen Betrieb einer Machine Learning Lösung formulieren und bewerten</li> <li>• Produkte zum Betrieb von Machine Learning Lösungen bewerten und miteinander vergleichen</li> </ul> <p>Folgende fachliche Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen: mittel</li> <li>• Analyse-, Design- und Realisierungskompetenzen: hoch</li> <li>• Technologische Kompetenzen: hoch</li> <li>• Befähigung zum Wissenschaftlichen Arbeiten: schwach</li> </ul> <p>Folgende überfachlichen Kompetenzen werden erworben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektbezogene Kompetenzen: mittel</li> <li>• Fachübergreifende Sachkompetenzen: Technische und naturwissenschaftliche Grundkompetenz</li> <li>• Sozial- und Selbstkompetenzen: Teamfähigkeit, Analysekompetenz</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) und Praktikum (P)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 6 CP

	160 h (64 h Präsenzzeit plus 96 h Selbststudium)
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Schriftliche Klausurprüfung (Dauer: 60-90 min) Prüfungsvorleistung ist der Aufbau einer ML Ops Pipeline mit Open Source tools im Rahmen des Praktikums. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung ist das Bestehen der Prüfungsvorleistung. Die Prüfungsvorleistung ist benotet.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Cloud-Computing Technologies, Machine Learning 1, Datenvorverarbeitung und Feature Engineering</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt.</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Die Veranstaltung findet im Wintersemester statt in einem Umfang von insgesamt 4 SWS, die sich in 2 SWS Vorlesung (V) und 2 SWS Praktikum (P) unterteilen.</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noah Gift, Alfredo Deza (2021), Practical MLOps, O'Reilly Media</li> <li>• Yaron Haviv, Noah Gift (2024), Implementing MLOps in the Enterprise, O'Reilly Media</li> <li>• Scully et al (2015), Hidden Technical Debt in Machine Learning Systems, Part of Advances in Neural Information Processing Systems 28</li> <li>• Kreuzberger et al (2022), Machine Learning Operations (MLOps): Overview, Definition, and Architecture, IEEE access</li> </ul>

# Wahlpflichtkatalog M-I

Die Studierenden können ein Wahlpflichtmodul ohne speziellen Fokus auf das Gebiet Data Science aus den (Wahlpflicht-)Angeboten entweder des Masterstudienganges Angewandte Mathematik oder des Masterstudienganges Informatik wählen. Der Wahlpflichtkatalog M-I umfasst die Veranstaltungen der Kataloge DS-M und DS-I sowie zusätzliche Veranstaltungen ohne speziellen Fokus auf das Gebiet Data Science. Diese zusätzlichen Veranstaltungen sind im Folgenden aufgeführt.

Stand Sommer 2024 ist dem Katalog M-I zugeordnet:

- Vertiefende Forschungs- und Entwicklungsarbeit

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Vertiefende Forschungs- und Entwicklungsarbeit
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MI01
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Vertiefende Forschungs- und Entwicklungsarbeit
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> Semester 2-4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Jahn, Döhring
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs MN und I
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch/Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>Das Thema der vertiefenden Forschungs- und Entwicklungsarbeit orientiert sich an den aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten des Lehrenden und muss individuell mit dem Studierenden vereinbart werden. Der Lehrende bietet eine vertiefte F&amp;E-Studie im Bereich des Data Science gemäß der folgenden zwei Alternativen an:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• individuelle Forschungsarbeit (mit eigenständiger F&amp;E-Studienarbeit)</li> <li>• Individueller Projektbeitrag (Mitarbeit in einem F&amp;E-Projekt mit eigenständigem Projektbeitrag und Abschlussbericht)</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p>Das Ziel des Moduls ist die eigenständige Erarbeitung eines aktuellen Forschungsfeldes sowie der Erwerb von vertieftem F&amp;E-Spezialwissen, insbesondere (auch) als Vorbereitung auf die Masterarbeit. Die Inhalte müssen im Voraus mit dem betreuenden Lehrenden besprochen werden.</p> <p>Masterstudierende sollen die folgenden Fähigkeiten erwerben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Durchführung unabhängiger wissenschaftlicher Arbeit, z. B. unabhängige Recherche, Zusammenstellung und Auseinandersetzung mit relevanter Fachliteratur zu einem bestimmten Komplex von Data-Science-Themen sowie Durchführung einer kritischen Bewertung der Fachliteratur</li> <li>• Fähigkeit zur Erforschung, Konzeptionierung, Entwicklung, Implementierung und Validierung von Methoden und Algorithmen des Data Science</li> <li>• Fähigkeit zum Verfassen, Veröffentlichen und Präsentieren wissenschaftlicher Arbeiten zu einem bestimmten Thema des Data Science</li> <li>• Fähigkeit, Unterschiede zwischen eigenen und externen Ergebnissen zu identifizieren (Plagiatsprüfung und Plagiatsvermeidung).</li> </ul> <p>Weitere Kompetenzen, die von Masterstudierenden im Rahmen dieses Kurses erworben werden können, sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodische Kompetenzen zu einem bestimmten Fachgebiet des Data Science,</li> <li>• Projektmanagementkompetenzen wie z. B. Planung von F&amp;E-Projekten und Durchführung von Machbarkeitsstudien,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungskompetenzen wie unabhängige Konzeption, Entwicklung, Implementierung, und Validierung,</li> <li>• Schreib- und wissenschaftliche Kompetenz,</li> <li>• Kommunikationsfähigkeiten z. B. didaktisches Gestalten und Präsentieren eines Vortrags zu einem bestimmten Themenkomplex des Data Science unter Verwendung geeigneter Medien und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse,</li> <li>• soziale und persönliche Fähigkeiten wie Teamarbeit, Analyse, Urteilsvermögen, Entscheidungsfindung.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Selbststudium, Problem-orientiertes Lernen, Seminaristische Lehrformen
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (12 h Präsenzzeit plus 138 h Selbststudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Studienarbeit gemäß §13 der ABPO  Prüfungsvorleistung (z. B. Dokumentation der Projektarbeit, Seminarpräsentation oder schriftliche Ausarbeitungen) werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Die Prüfungsvorleistung ist unbenotet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt.
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Semester.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Wird zu Semesterbeginn angekündigt.



# Wahlpflichtkatalog M-I (M-Teil)

Die Modulbeschreibungen sind im Modulhandbuch des Masterstudienganges Angewandte Mathematik zu finden.

Quelle: <https://fbmn.h-da.de/ma-angewandte-mathematik>

Stand Sommer 2024 sind dem Katalog M-I (Teil M) zugeordnet:

- Advanced Asset Pricing
- Anwendungsbezogene Warteschlangentheorie
- Ausgewählte Themen der Finanzmathematik
- Corporate Finance und Controlling
- Derivate
- Dynamische Systeme
- Ereigniszeit- und Lebensdauermodelle
- Finite Methoden
- Finite Methoden und Anwendungen
- Fortgeschrittene Methoden der Personenversicherung
- Fortgeschrittene Methoden der stochastischen Simulation
- Fortgeschrittene Methoden des Operations Research
- Funktionalanalysis
- Independent R&D-Study
- Inverse Probleme
- Maß- und Integrationstheorie
- Mathematische Methoden der Festigkeitslehre
- Nichtlineare und stochastische Methoden des OR
- Partielle Differentialgleichungen
- Projektion und Simulation für Versicherungsverträge
- Risk Management
- Schadenversicherungsmathematik 1
- Schadenversicherungsmathematik 2
- Spezielle Verfahren und Methoden des Qualitätsmanagements
- Stochastische Prozesse

# Wahlpflichtkatalog M-I (I-Teil)

Die Modulbeschreibungen sind im Modulhandbuch des Masterstudienganges Informatik zu finden.

Quelle: [https://obs.fbi.h-da.de/mhb/index.php?name=&studiengang=Data+Science&katalog=M-I\\_I&veralteteausblenden=1](https://obs.fbi.h-da.de/mhb/index.php?name=&studiengang=Data+Science&katalog=M-I_I&veralteteausblenden=1)

Stand Sommer 2024 sind dem Katalog M-I (Teil I) zugeordnet:

- Advanced Communication Networks
- Advanced Internetworking
- Applied Artificial Intelligence
- Ausgewählte Themen der IT-Sicherheit
- Benutzbare Sicherheit
- Betriebliche SW-Entwicklung mit ERP-Systemen
- Business Process Engineering
- Chaos und Fraktale
- Cloud-Computing Technologies
- Codierungstheorie
- Computer Forensik
- Computer Graphik
- Cryptography
- Einführung neuer IT-Lösungen in Großunternehmen
- Embedded Frameworks
- Embedded HMI & Graphics
- Entrepreneur- and Intrapreneurship
- Formale Begriffsanalyse
- Hacker Contest
- Independent R&D Studies
- Informations- und IT-Management
- IT-gestütztes Prozessmanagement
- IT-Sicherheitsmanagement und Compliance
- Key Account Management
- Komplexitätstheorie
- Language-Oriented Programming
- Logik
- Mobile Computing
- Motion Planning
- Network Simulation
- Quality Management
- Real-Time Systems
- Reference Architectures and Patterns
- Requirements Engineering and Management
- Security Protocols and Infrastructures
- Service Oriented Architecture
- Shader Konzepte für Spieleentwicklung
- Software Product Line Engineering
- Vertiefende F&E-Studien
- Wissensbasierte Diagnostik
- Wissensmanagement
- Zellulare Netze