

# Amtliche Mitteilung

47. Jahrgang, Nr. 14/2026

- Studien- und Prüfungsordnung  
für den englischsprachigen Bachelorstudiengang  
Data Engineering  
des Fachbereichs VI  
der Berliner Hochschule für Technik

vom 01.07.2025

- Study and Examination Regulations  
for the English-Language Bachelor's Degree Program  
in Data Engineering  
Department VI  
Berlin University of Applied Sciences and Technology  
dated 01 July 2025

**Studien- und Prüfungsordnung für den  
englischsprachigen Bachelorstudiengang Data Engineering  
des Fachbereichs VI  
der Berliner Hochschule für Technik**

**vom 01.07.2025**

Aufgrund von § 23 Abs. 1 Nr. 3 Grundordnung der Berliner Hochschule für Technik vom 26.03.2007 (Amtliche Mitteilung 20/2011, BeuthHS-GrO) in Verbindung mit §§ 7 a, 71 des Berliner Hochschulgesetzes (BerlHG) in der Fassung der Neubekanntmachung vom 26.07.2011 (GVBl. S. 378), zuletzt geändert durch Gesetz vom 24.02.2025 (GVBl. S. 149), hat der Fachbereichsrat des Fachbereichs VI der Berliner Hochschule für Technik am 01.07.2025 die nachfolgende „Studien- und Prüfungsordnung für den englischsprachigen Bachelorstudiengang Data Engineering“ erlassen. Der Akademische Senat hat gem. § 13 Abs. 1 Nr. 5 BeuthHS-GrO in Verbindung mit §§ 7 a, 61 BerlHG am 03.07.2025 zustimmend Stellung genommen.<sup>1</sup>

## Inhalt

<b>Teil A: Studienordnung</b> .....	<b>3</b>
§ 1 Geltungsbereich.....	3
§ 2 Ziele des Studiums .....	3
§ 3 Zugangsvoraussetzungen .....	4
§ 4 Studiengangskonzept .....	4
§ 5 Aufbau des Studiums .....	5
§ 6 Mobilitätsfenster .....	6
<b>Teil B: Prüfungsordnung</b> .....	<b>7</b>
§ 7 Abschlussprüfung .....	7
§ 8 Prüfungssprache.....	7
§ 9 Prüfungsformen .....	7
§ 10 Akademischer Grad .....	8
§ 11 Inkrafttreten.....	8
<b>Anlage Exemplarischer Studienverlaufsplan</b> .....	<b>16</b>
<b>Anlage Modulübersicht Englisch - Deutsch</b> .....	<b>17</b>
<b>Anlage Modulhandbuch</b> .....	<b>19</b>
<b>Anlage Studienplan</b> .....	<b>103</b>

<sup>1</sup> Die Hochschulleitung hat diese Ordnung am 29.04.2026 nach § 90 Abs. 1 BerlHG bestätigt.

## Teil A: Studienordnung

### § 1 Geltungsbereich

- (1) Diese Ordnung regelt Inhalt, Ablauf und Umfang des Studiums im englischsprachigen Bachelorstudiengang Data Engineering an der Berliner Hochschule für Technik. Sie ergänzt als studiengangsbezogene Ordnung die Rahmenstudien- und -prüfungsordnung der Berliner Hochschule für Technik in ihrer jeweils gültigen Fassung.
- (2) Bei Widersprüchen zwischen dieser Ordnung und der Rahmenstudien- und -prüfungsordnung der Berliner Hochschule für Technik gehen die Bestimmungen der Rahmenstudien- und -prüfungsordnung dieser Ordnung vor.
- (3) Der geltende Frauenförderplan des Fachbereichs VI ist zu beachten.

### § 2 Ziele des Studiums

- (1) Das Ziel dieses Studiengangs ist es, Studierende auf eine erfolgreiche Karriere im Bereich des Data Engineering vorzubereiten. Der Schwerpunkt des Programms liegt in der Ausbildung von Data Engineers auf der Grundlage der thematischen Säulen Programmierung, Mathematik und Statistik, Data Mining und Machine Learning sowie Distributed Systems und Datenbanken. Absolventinnen und Absolventen dieses Studiengangs verfügen über das erforderliche theoretische und praktische Wissen, um verteilte und skalierbare Datenpipelines zu entwickeln, die die Grundlage für alle produktiven Machine-Learning-Anwendungen bilden. Data Engineers schaffen somit die Grundlage für professionelle Datenverarbeitung in Wissenschaft und Industrie.

Nach Abschluss des Studiengangs verfügen die Absolventinnen und Absolventen über ein breites und integriertes Wissen wissenschaftlicher Grundlagen moderner Machine-Learning-Anwendungen und verstehen deren Anwendung. Sie verfügen über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien, Prinzipien und Methoden ihres Studienprogramms und sind in der Lage, dieses Wissen zu nutzen, um verteilte Machine-Learning-Anwendungen zu entwickeln, zu bauen und zu warten.

Dabei arbeiten sie mit Data Scientists in interdisziplinären und vielfältigen Teams zusammen. Sie entwickeln Konzepte, realisieren dem Stand der Wissenschaft entsprechende Lösungen und führen anwendungsorientierte Projekte durch. Sie formulieren fachliche und sachbezogene Prototypen und Lösungsansätze und können diese im Diskurs mit Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie Fachfremden (z.B.: Führungskräften) mit theoretisch und methodisch fundierter Argumentation begründen. Sie sind in der Lage, ihr Wissen über die Disziplin hinaus zu vertiefen und situationsbezogen die erkenntnistheoretisch begründete Richtigkeit fachlicher und praxisrelevanter Aussagen zu reflektieren.

Der Studiengang vermittelt den Studierenden ausreichend theoretisches Wissen und abstraktes Denkvermögen, sodass sie nach dem Bachelorabschluss ihre Ausbildung

in einem Masterstudiengang wie Data Science oder Distributed Systems Engineering fortsetzen können.

Zu den typischen Arbeitsfeldern gehören: Data Engineer (f/m/d), Product Analyst (f/m/d), Backend Engineer (f/m/d), Machine Learning Engineer (f/m/d) in mehreren unterschiedlichen Branchen.

### **§ 3 Zugangsvoraussetzungen**

- (1) Es gelten die Zugangsvoraussetzungen gemäß jeweils gültiger Ordnung über die Zugangsregelungen und Immatrikulation an der Berliner Hochschule für Technik (OZI).
- (2) Darüber hinaus werden für die Zulassung zum Studiengang englische Sprachkenntnisse auf dem Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen (GER) vorausgesetzt. Der Nachweis des Sprachniveaus ist gemäß § 3 (5) OZI zu erbringen.
- (3) Studienbewerber\*innen, die ihre Hochschulzugangsberechtigung nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben, müssen deutsche Sprachkenntnisse auf dem Niveau A2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen (GER) nachweisen.

Das Sprachniveau A2 (GER) kann nachgewiesen werden durch:

- a) Nachweis des Sprachniveaus A2 auf dem Abschlusszeugnis (Hochschulzugangsberechtigung)
- b) Goethe-Zertifikat: Start Deutsch 2
- c) telc-Zertifikat: Start Deutsch 2/ telc Deutsch A2
- d) Österreichisches Sprachdiplom (ÖSD): ÖSD-Zertifikat A2 (ZA2)

### **§ 4 Studiengangskonzept**

- (1) Die Aufnahme von Studierenden ins erste Studienplansemester erfolgt jährlich zum Wintersemester.
- (2) Der Studiengang wird als Vollzeitstudium angeboten. Ein individuelles Teilzeitstudium gem. § 22 (3) BerlHG ist möglich.
- (3) Das Bachelorstudium umfasst eine Regelstudienzeit von sechs Semestern.
- (4) Der Studiengang umfasst 180 ECTS-Leistungspunkte.
- (5) Die Studiengangssprache ist Englisch. Für das Studium Generale steht ein englischsprachiges Wahlangebot zur Verfügung.

## § 5 Aufbau des Studiums

- (1) Das Studium ist modular aufgebaut und gemäß Studienverlaufsplan strukturiert. Die „Anlage Exemplarischer Studienverlaufsplan“ und die Anlage „Modulhandbuch“ sind Bestandteil dieser Ordnung.
- (2) Der Studiengang umfasst 24 Pflichtmodule (155 LP), einschließlich des Abschlussmoduls (12 LP) und der Praxisphase (30 LP), sechs anwendungsbezogene Wahlpflichtmodule, von denen drei erfolgreich zu absolvieren sind (15 LP) sowie vier vertiefende Wahlpflichtmodule, von denen zwei erfolgreich zu absolvieren sind (10 LP). Das Studium Generale im Umfang von 5 LP dient dem überfachlichen Kompetenzerwerb.
- (3) Der Studiengang ist so aufgebaut, dass zunächst die Grundlagen der Informatik erlernt werden, dann Datenverarbeitung innerhalb eines einzelnen Rechners skaliert und schließlich Datenverarbeitung auf mehrere Rechner ausgeweitet wird. Entsprechend werden in den ersten vier Semestern mathematisch-naturwissenschaftliche sowie fachspezifische Grundlagen in den Bereichen Programmierung (PR1, PR2, PR3, PR4), Mathematik und Statistik (MAP, CT1, CT2, ID1, ID2), Data Mining und Machine Learning (MLC, MLO, MLA, DMA), Distributed Systems (DS1, DS2) und Datenbanken (DB1, DB2, DB3) gelegt. Im vierten Semester lernen die Studierenden im Rahmen von drei von sechs anwendungsorientierten Wahlpflichtmodulen (ES1-ES3) spezifische Domänen kennen, in denen Machine Learning eingesetzt wird. Das fünfte Semester umfasst die Praxisphase (INT). Im sechsten Semester sind das Anfertigen der Bachelorarbeit (BTX) sowie ein Seminar zur Analyse wissenschaftlicher Veröffentlichungen (PRD) vorgesehen. Darüber hinaus erfolgt die Vertiefung fachspezifischer Themen im Rahmen des zweiten Wahlpflichtbereichs (ES4, ES5).
- (4) Für das fünfte Studienplansemester ist ein Praxissemester vorgesehen. Die Praxisphase umfasst 900 Stunden (24 Wochen mit 36 Std. pro Woche) und 30 ECTS-Leistungspunkte. Sie wird gemäß den Regelungen der Rahmenstudien- und -prüfungsordnung der Berliner Hochschule für Technik sowie der Modulbeschreibung durchgeführt.
- (5) Im sechsten Studienplansemester findet begleitend zur Bachelorarbeit ein Bachelorkolloquium (BTC, 3 LP) statt. Das Bachelorkolloquium dient dem strukturierten fachlichen Austausch der Studierenden, die ihre Bachelorarbeit anfertigen und der gezielten Vorbereitung auf die Abschlussprüfung, indem die Studierenden den Stand ihrer Arbeiten mehrfach im Rahmen von Probepräsentationen vorstellen und Rückmeldungen erhalten. Ergänzend ist das Seminar zur Analyse wissenschaftlicher Arbeiten (PRD, 5 LP) Teil des Konzeptes des Abschlusssemesters, in dem die Studierenden lernen, wissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Publikationen zu lesen, zu verstehen und kritisch zu interpretieren.

## **§ 6 Mobilitätsfenster**

- (1) Für einen Aufenthalt an einer anderen Hochschule im In- oder Ausland oder das Absolvieren der Praxisphase im Ausland ohne Studienzeitverlust wird das vierte oder fünfte Studienplansemester empfohlen.
- (2) Studien- und Prüfungsleistungen, die an anderen Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland oder an ausländischen Hochschulen erbracht worden sind, werden anerkannt, sofern keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der erworbenen Kompetenzen bestehen.
- (3) Für einen Auslandsaufenthalt ohne Studienzeitverlust muss vor dem Antritt eines Auslandsaufenthaltes beim Prüfungsausschuss ein Learning Agreement eingereicht werden, für welche im Ausland geplanten Studien- und Prüfungsleistungen eine Anerkennung angestrebt wird. Das Learning Agreement ist dem späteren Antrag auf Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen beizulegen.

## Teil B: Prüfungsordnung

### § 7 Abschlussprüfung

- (1) Die Abschlussprüfung umfasst 12 ECTS-Leistungspunkte und besteht aus der schriftlichen Bachelorarbeit und einer mündlichen Abschlussprüfung.
- (2) Der Bearbeitungszeitraum für die Bachelorarbeit beträgt vier Monate und beginnt mit der Ausgabe des Themas durch den Prüfungsausschuss.

### § 8 Prüfungssprache

Die Prüfungssprache ist Englisch.

### § 9 Prüfungsformen

- (1) Als Prüfungsformen kommen insbesondere die folgenden Formen in Betracht:
  - a. Klausur. Klausuren sind schriftliche Prüfungen. Klausuren dienen insbesondere der Überprüfung der Problemlösefähigkeit sowie der methodischen Sicherheit durch die Anwendung von Wissen unter Zeitvorgabe. Die Bearbeitungszeit beträgt im ersten und zweiten Studienplansemester jeweils 90 Minuten, in den übrigen Studienplansemestern jeweils 60 Minuten. Die verlängerte Bearbeitungszeit in den ersten beiden Studienplansemestern dient ausschließlich der Erhöhung der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit und nicht einer Erweiterung des Prüfungsumfangs.
  - b. Mündliche Prüfung. Mündliche Prüfungen haben eine Dauer von in der Regel 30 Minuten. Sie dienen der Überprüfung des fachlichen Verständnisses, der Ausdrucksfähigkeit sowie der Fähigkeit zum spontanen fachlichen Argumentieren.
  - c. Gruppenpräsentation. Gruppenpräsentationen haben eine Dauer von 45 oder 60 Minuten. Sie dienen der Darstellung und Vermittlung fachlicher Inhalte durch Studierende und überprüfen insbesondere Fachkompetenz sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit. Die individuelle Prüfungsleistung muss dabei erkennbar und bewertbar sein.
  - d. Projekte in Kleingruppen mit Rechneinsatz und Rücksprache. Bei Projekten in Kleingruppen werden theoretische Inhalte auf komplexe Aufgabenstellungen angewendet. In der Regel erfolgt eine Präsentation (15 bis 25 Minuten) der Arbeitsergebnisse in einem Turnus von vier Wochen. Diese Prüfungsform dient der lernprozessbegleitenden Überprüfung praktischer Problemlösekompetenz. Die individuelle Prüfungsleistung ist sicherzustellen.
  - e. Übungsaufgaben und Übungsaufgaben mit Rücksprachen. Übungsaufgaben werden abhängig vom Umfang in der Regel im zwei- oder vierwöchigen Rhythmus gestellt. Sie dienen der lernprozessbegleitenden Überprüfung von

Rechen-, Analyse- und Anwendungskompetenzen. Bei Übungsaufgaben mit Rücksprache erfolgt zusätzlich eine betreute Besprechung der Arbeitsergebnisse.

- f. Kolloquium. Das Kolloquium ist eine mündliche Prüfungsform mit einer Dauer von in der Regel 60 Minuten. Es dient der Überprüfung der Argumentations-, Transfer- und Reflexionskompetenz durch die Einordnung, Erläuterung und Verteidigung eigener Arbeiten.
  - g. Regelmäßige vorbereitende Zusammenfassungen sowie eine ergänzende Hausarbeit mit einem Gesamtumfang von bis zu 12 Seiten dienen der kontinuierlichen Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Sie überprüfen insbesondere die Fähigkeit zum selbstständigen Arbeiten sowie Analyse- und Schreibkompetenz.
- (2) Prüfungsleistungen können in Kombination verschiedener Formen (Portfolioprüfungen) erbracht werden, sofern der Gesamtaufwand für die Studierenden nicht höher ist als bei einer Einzelprüfung. Gewichtung und Umfang der Teilleistungen sind verbindlich in der Modulbeschreibung festzulegen und den Studierenden transparent zu kommunizieren. Portfolioprüfungen ermöglichen die angemessene Überprüfung fachlicher, methodischer und praktischer Kompetenzen, wobei die Teilleistungen entsprechend ihrer Gewichtung in die Gesamtnote einfließen.
- (3) Die in Absatz 1 genannten Prüfungsformen sind im Rahmen der jeweiligen Modulbeschreibung hinsichtlich Umfang und Anforderungen gleichwertig ausgestaltet.
- (4) Sofern in den Modulbeschreibungen mehrere alternative Prüfungsformen vorgesehen sind, legt die für das jeweilige Modul verantwortliche Lehrkraft zu Beginn des Semesters fest, welche Prüfungsform zur Anwendung kommt. Dabei sind die Studierenden angemessen zu beteiligen. Die Festlegung ist den Studierenden zu Semesterbeginn in geeigneter Weise bekannt zu geben und gilt für die Dauer des jeweiligen Semesters verbindlich.

## § 10 Akademischer Grad

Mit dem erfolgreichen Abschluss des Studiums wird der berufsqualifizierende akademische Grad

### **Bachelor of Engineering (B. Eng.)**

verliehen.

## § 11 Inkrafttreten

Diese Ordnung wird in den Amtlichen Mitteilungen der Berliner Hochschule für Technik veröffentlicht und tritt am 01.10.2026 in Kraft.

Berlin, den 29.04.2026  
Berliner Hochschule für Technik

**Study and Examination Regulations  
for the English-Language Bachelor's Degree Program  
in Data Engineering  
Department VI, Berlin University of Applied Sciences and Technology  
dated 01 July 2025**

*This English version is provided for informational and translation purposes only.  
Solely the German version shall be legally binding.*

On the basis of § 23 (1) no. 3 of the Constitution (Grundordnung) of the Berlin University of Applied Sciences and Technology dated 26 March 2007 (Official Bulletin 20/2011, BeuthHS-GrO), in conjunction with §§ 7a and 71 of the Berlin Higher Education Act (Berliner Hochschulgesetz – BerlHG) in the version of the re-promulgation dated 26 July 2011 (GVBl. p. 378), as last amended by the Act of 24 February 2025 (GVBl. p. 149), the Department Council of Department VI of the Berlin University of Applied Sciences and Technology adopted the following “Study and Examination Regulations for the English-Language Bachelor's Degree Program in Data Engineering” on 01 July 2025. The Academic Senate issued its consent in accordance with § 13 (1) no. 5 BeuthHS-GrO in conjunction with §§ 7a and 61 BerlHG on 03 July 2025<sup>2</sup>.

**Content**

<b>Part A: Study Regulations</b> .....	<b>10</b>
§ 1 Scope .....	10
§ 2 Objectives of the Study Program .....	10
§ 3 Admission Requirements.....	11
§ 4 Program Concept .....	11
§ 5 Structure of the Study Program .....	12
§ 6 Mobility Window .....	13
<b>Part B: Examination Regulations</b> .....	<b>14</b>
§ 7 Final Examination.....	14
§ 8 Language of Examination.....	14
§ 9 Forms of Examination .....	14
§ 10 Academic Degree.....	15
§ 11 Entry into Force.....	15
<b>Appendix Sample Course of Study</b> .....	<b>16</b>
<b>Appendix Module Overview English - German</b> .....	<b>17</b>
<b>Appendix Module Catalogue</b> .....	<b>19</b>
<b>Appendix Study Plan</b> .....	<b>103</b>

---

<sup>2</sup> The university administration approved these regulations on April 29, 2026, pursuant to § 90(1) of the Berlin Higher Education Act (BerlHG).

## Part A: Study Regulations

### § 1 Scope

- (1) These regulations shall govern the content, course, and extent of studies in the English-language Bachelor's degree program in Data Engineering at the Berlin University of Applied Sciences and Technology. As program-specific regulations, they shall supplement the Framework Study and Examination Regulations of the Berlin University of Applied Sciences and Technology in their respective valid version.
- (2) In the event of any inconsistencies between these regulations and the Framework Study and Examination Regulations of the Berlin University of Applied Sciences and Technology, the provisions of the Framework Study and Examination Regulations shall prevail.
- (3) The applicable gender equality plan of Department VI shall be duly taken into account.

### § 2 Objectives of the Study Program

- (1) The objective of this study program shall be to prepare students for a successful professional career in the field of Data Engineering. The program shall focus on the education and training of Data Engineers on the basis of the thematic pillars of programming, mathematics and statistics, data mining and machine learning, as well as distributed systems and databases. Graduates of this program shall possess the necessary theoretical and practical knowledge to design, develop, and operate distributed and scalable data pipelines that constitute the foundation of productive machine learning applications. Data Engineers thereby establish the basis for professional data processing in both academia and industry.

Upon completion of the program, graduates shall possess broad and integrated knowledge of the scientific foundations of modern machine learning applications and shall understand their how to apply those. They shall have a critical understanding of theories, principles, and methods of their field of study and shall be capable of applying this knowledge to design, implement, and maintain distributed machine learning applications.

In this context, they shall collaborate with Data Scientists in interdisciplinary and diverse teams. They shall develop concepts, implement solutions in accordance with the state of the art in science and technology, and carry out application-oriented projects. They shall formulate subject-specific prototypes and solution approaches and shall be capable of substantiating these in discourse with both experts and non-experts (e.g., managerial staff) by means of theoretically and methodologically sound argumentation. They shall be able to deepen their knowledge beyond the boundaries of their discipline and to critically reflect, in a situation-specific manner, on the epistemological validity of subject-specific and practice-relevant statements.

The program shall impart to students sufficient theoretical knowledge and abstract reasoning skills to enable them, upon completion of the Bachelor's degree, to continue

their education in a Master's program, such as Data Science or Distributed Systems Engineering.

Typical fields of employment shall include, in particular: Data Engineer (m/f/d), Product Analyst (m/f/d), Backend Engineer (m/f/d), and Machine Learning Engineer (m/f/d) across various industries.

### **§ 3 Admission Requirements**

- (1) The admission requirements shall be governed by the applicable version of the Regulations on Admission and Enrollment at the Berlin University of Applied Sciences and Technology (OZI).
- (2) In addition, applicants shall be required to demonstrate proficiency in the English language at level B2 of the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR). Proof of the required language level shall be provided in accordance with § 3 (5) OZI.
- (3) Applicants who have not obtained their higher education entrance qualification at a German-language institution shall be required to demonstrate proficiency in the German language at level A2 of the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR).
- (4) Proof of language proficiency at level A2 may be furnished by:
  - a) evidence of language level A2 on the final certificate (higher education entrance qualification)
  - b) Goethe Certificate: Start Deutsch 2
  - c) telc Certificate: Start Deutsch 2 / telc German A2
  - d) Austrian Language Diploma (ÖSD): ÖSD Certificate A2 (ZA2).

### **§ 4 Program Concept**

- (1) Admission of students to the first semester of the study plan shall take place annually in the winter semester.
- (2) The study program shall be offered as a full-time program. Individual part-time study pursuant to § 22 (3) BerlHG shall be permissible.
- (3) The standard period of study for the Bachelor's degree program shall comprise six semesters.
- (4) The study program shall comprise 180 ECTS credits.
- (5) The language of instruction and examination shall be English. An English-language elective offering shall be available within the Studium Generale. It is recommended to use the Studium Generale to acquire the required German language proficiency.

## § 5 Structure of the Study Program

- (1) The study program shall be modular in structure and organized in accordance with the study plan. The annex “Exemplary Study Plan” and the annex “Module Handbook” shall form integral parts of these regulations.
- (2) The study program shall comprise 24 compulsory modules (155 ECTS credits), including the final module (12 ECTS credits) and the practical phase (30 ECTS credits), six application-oriented elective modules, of which three shall be successfully completed (15 ECTS credits), as well as four advanced elective modules, of which two shall be successfully completed (10 ECTS credits). The Studium Generale, comprising 5 ECTS credits, shall serve the acquisition of interdisciplinary competencies.
- (3) The structure of the study program shall be designed such that students first acquire the foundations of computer science, subsequently scale data processing within a single computer, and finally extend data processing across multiple computers. Accordingly, during the first four semesters, foundational knowledge in mathematics and natural sciences, as well as subject-specific fundamentals, shall be established in the areas of programming (PR1, PR2, PR3, PR4), mathematics and statistics (MAP, CT1, CT2, ID1, ID2), data mining and machine learning (MLC, MLO, MLA, DMA), distributed systems (DS1, DS2), and databases (DB1, DB2, DB3). In the fourth semester, students shall, within the framework of three out of six application-oriented elective modules (ES1–ES3), become acquainted with specific domains in which machine learning is applied. The fifth semester shall comprise the practical phase (INT). In the sixth semester, the preparation of the Bachelor’s thesis (BTX) and a seminar on the analysis of scientific publications (PRD) shall be provided. In addition, subject-specific topics shall be deepened within the framework of the second elective area (ES4, ES5).
- (4) A practical semester shall be foreseen for the fifth semester of the study plan. The practical phase shall comprise 900 hours (24 weeks at 36 hours per week) and 30 ECTS credits. It shall be conducted in accordance with the provisions of the Framework Study and Examination Regulations of the Berlin University of Applied Sciences and Technology as well as the module description.
- (5) In the sixth semester of the study plan, a Bachelor’s colloquium (BTC, 3 ECTS credits) shall be conducted alongside the Bachelor’s thesis. The Bachelor’s colloquium shall serve the structured academic exchange among students preparing their Bachelor’s theses and the targeted preparation for the final examination, in that students shall present the status of their work repeatedly within the framework of trial presentations and receive feedback. In addition, the seminar on the analysis of scientific publications (PRD, 5 ECTS credits) shall form part of the concept of the final semester, in which students shall learn to read, understand, and critically interpret scientific and engineering publications.

## § 6 Mobility Window

- (1) For a period of study at another higher education institution, whether within Germany or abroad, or for completing the practical phase abroad without extending the duration of studies, the fourth or fifth semester of the study plan is recommended.
- (2) Periods of study and examination achievements completed at other higher education institutions within the Federal Republic of Germany or at institutions abroad shall be recognized, provided that no substantial differences exist with regard to the competencies acquired.
- (3) For a period of study abroad without extending the duration of studies, a Learning Agreement shall be submitted to the Examination Board prior to the commencement of the stay abroad, specifying which periods of study and examination achievements to be completed abroad are intended for recognition. The Learning Agreement shall be attached to the subsequent application for recognition of periods of study and examination achievements.

## Part B: Examination Regulations

### § 7 Final Examination

- (1) The final examination shall comprise 12 ECTS credits and shall consist of the written Bachelor's thesis and an oral final examination.
- (2) The period allotted for the completion of the Bachelor's thesis shall be four months and shall commence upon the assignment of the topic by the Examination Board.

### § 8 Language of Examination

The language of examination shall be English.

### § 9 Forms of Examination

- (3) The following forms of examination shall, in particular, be employed:
  - a) Written examinations (Klausuren). Written examinations shall serve, in particular, to assess problem-solving ability and methodological proficiency through the application of knowledge under time constraints. The duration shall be 90 minutes in the first and second semesters of the study plan and 60 minutes in the remaining semesters. The extended duration in the first two semesters shall serve exclusively to increase the time available for completion and shall not entail any extension of the scope of examination.
  - b) Oral examinations. Oral examinations shall generally have a duration of 30 minutes. They shall serve to assess subject-specific understanding, the ability to express oneself, and the capacity for spontaneous subject-related argumentation.
  - c) Group presentations. Group presentations shall have a duration of 45 or 60 minutes. They shall serve the presentation and communication of subject-specific content by students and shall, in particular, assess subject competence as well as teamwork and communication skills. The individual contribution shall be identifiable and assessable.
  - d) Projects in small groups with the use of computers and supervised consultation. In such projects, theoretical content shall be applied to complex problem settings. As a rule, the results shall be presented (15 to 25 minutes) at intervals of four weeks. This form of examination shall serve the continuous assessment of practical problem-solving competence throughout the learning process. The individual contribution shall be ensured.
  - e) Exercises and exercises with consultation. Exercises shall, depending on their scope, generally be assigned at intervals of two or four weeks. They shall serve the continuous assessment of computational, analytical, and application-related competencies throughout the learning process. In the case of exercises with consultation, supervised discussion of the results shall additionally take place.

- f) Colloquium. The colloquium shall be an oral form of examination with a duration of generally 60 minutes. It shall serve to assess argumentation, transfer, and reflection competencies through the classification, explanation, and defense of one's own work.
  - g) Regular preparatory summaries as well as an additional written paper with a total length of up to 12 pages shall serve the continuous engagement with the learning content. They shall, in particular, assess the ability to work independently as well as analytical and writing competencies.
- (4) Examination performances may be assessed through a combination of different forms (portfolio examinations), provided that the overall workload for students does not exceed that of a single form of examination. The weighting and scope of the individual components shall be specified in a binding manner in the module description and shall be communicated to students in a transparent manner. Portfolio examinations shall enable an appropriate assessment of subject-specific, methodological, and practical competencies, with the individual components contributing to the overall grade in accordance with their respective weighting.
- (5) The forms of examination specified in paragraph 1 shall be designed to be equivalent in terms of scope and requirements within the framework of the respective module description.
- (6) Where multiple alternative forms of examination are provided for in the module descriptions, the instructor responsible for the respective module shall determine, at the beginning of the semester, which form of examination shall be applied. Students shall be appropriately involved in this determination. The decision shall be communicated to students in an appropriate manner at the beginning of the semester and shall be binding for the duration of the respective semester.

## § 10 Academic Degree

Upon successful completion of the study program, the professionally qualifying academic degree

### **Bachelor of Engineering (B. Eng.)**

shall be awarded.

## § 11 Entry into Force

These regulations shall be published in the Official Bulletin of the Berlin University of Applied Sciences and Technology and shall enter into force on 01 October 2026.

Berlin, 29 April 2026  
Berlin University of Applied Sciences and Technology

**Anlage Exemplarischer Studienverlaufsplan / Sample Course of Study**

Semester 1 (30 CP)	Semester 2 (30 CP)	Semester 3 (30 CP)	Semester 4 (30 CP)	Semester 5 (30 CP)	Semester 6 (30 CP)
<b>Computer Systems Introduction (CSI)</b> 5 CP	<b>Relational Databases (DB1)</b> 5 CP	<b>Applied Databases (DB2)</b> 5 CP	<b>Cloud Databases (DB3)</b> 5 CP	<b>Internship (INT)</b> 30 CP	<b>Bachelor's Thesis and Oral Final Exam (BTX)</b> 12 CP
<b>Programming 1 (PR1)</b> 5 CP	<b>Programming 3 (PR3)</b> 5 CP	<b>Machine Learning Concepts (MLC)</b> 5 CP	<b>Machine Learning Applications (MLA)</b> 5 CP		<b>Bachelor's Thesis Colloquium (BTC)</b> 3 CP
<b>Programming 2 (PR2)</b> 5 CP	<b>Programming 4 (PR4)</b> 5 CP	<b>Machine Learning Operations (MLO)</b> 5 CP	<b>Data Mining Applications (DMA)</b> 5 CP		<b>Paper Reading Seminar (PRD)</b> 5 CP
<b>Computational Tools in Engineering 1 (CT1)</b> 5 CP	<b>Computational Tools in Engineering 2 (CT2)</b> 5 CP	<b>Data Protection and Bias (DTP)</b> 5 CP	<b>Elective Subject 1 (ES1)</b> 5 CP		<b>Elective Subject 4 (ES4)</b> 5 CP
<b>Math for Programmers (MAP)</b> 5 CP	<b>Distributed Systems 1 (DS1)</b> 5 CP	<b>Distributed Systems 2 (DS2)</b> 5 CP	<b>Elective Subject 2 (ES2)</b> 5 CP		<b>Elective Subject 5 (ES5)</b> 5 CP
<b>General Studies (SG)</b> 5 CP	<b>Information from Data 1 (ID1)</b> 5 CP	<b>Information from Data 2 (ID2)</b> 5 CP	<b>Elective Subject 3 (ES3)</b> 5 CP		

Legende:

Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen / Foundations in Mathematics and Science	Wahlpflichtmodule/ Electives	Abschlussprüfung / Final Examination Module
Fachspezifische Grundlagen / Subject-Specific Fundamentals	Praxisphase / Internship	
Fachspezifische Vertiefung / Advanced Study	Studium Generale / General Studies	

**Anlage Modulübersicht Englisch - Deutsch / Module Overview English - German**

<b>ID/ Modul-Nr.</b>	<b>English Module Title / Englischer Modultitel</b>	<b>German Module Title / Deutscher Modultitel</b>
CSI	<a href="#">Computer Systems Introduction</a>	Einführung in Computersysteme
PR1	<a href="#">Programming 1</a>	Programmierung 1
PR2	<a href="#">Programming 2</a>	Programmierung 2
PR3	<a href="#">Programming 3</a>	Programmierung 3
PR4	<a href="#">Programming 4</a>	Programmierung 4
CT1	<a href="#">Computational Tools in Engineering 1</a>	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 1
CT2	<a href="#">Computational Tools in Engineering 2</a>	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 2
MAP	<a href="#">Math for Programmers</a>	Mathematik für Programmierer
DB1	<a href="#">Relational Databases</a>	Relationale Datenbanken
DB2	<a href="#">Applied Databases</a>	Datenbankanwendungen
DB3	<a href="#">Cloud Databases</a>	Cloud-Datenbanken
ID1	<a href="#">Information from Data 1</a>	Informationen aus Daten 1
ID2	<a href="#">Information from Data 2</a>	Informationen aus Daten 2
DS1	<a href="#">Distributed Systems 1</a>	Verteilte Systeme 1
DS2	<a href="#">Distributed Systems 2</a>	Verteilte Systeme 2
MLC	<a href="#">Machine Learning Concepts</a>	Konzepte des Maschinellen Lernens
MLO	<a href="#">Machine Learning Operations</a>	Betrieb maschineller Lernsysteme
MLA	<a href="#">Machine Learning Applications</a>	Anwendungen des Maschinellen Lernens
DTP	<a href="#">Data Protection and Bias</a>	Informationssicherheit
DMA	<a href="#">Data Mining Applications</a>	Anwendungen des Data Mining
ES1	<a href="#">Elective Subject 1</a>	Wahlpflichtmodul 1
ES2	<a href="#">Elective Subject 2</a>	Wahlpflichtmodul 2
ES3	<a href="#">Elective Subject 3</a>	Wahlpflichtmodul 3
ES4	<a href="#">Elective Subject 4</a>	Wahlpflichtmodul 4
ES5	<a href="#">Elective Subject 5</a>	Wahlpflichtmodul 5
INT	<a href="#">Internship</a>	Praxisphase
PRD	<a href="#">Paper Reading Seminar</a>	Wissenschaftliche Veröffentlichungen
SG	<a href="#">General Studies</a>	Studium Generale
BTC	Bachelor's Thesis Colloquium	Kolloquium zur Bachelorarbeit
BTX	Bachelor's Thesis and Oral Final Exam	Bachelorarbeit und Abschlussprüfung

<b>Elective Subjects / Wahlpflichtmodule</b>		
DEP	<a href="#">Dependable Systems</a>	Verlässliche Systeme
LLM	<a href="#">Large Language Models</a>	Große Sprachmodelle
EMB	<a href="#">Embedded Artificial Intelligence</a>	Eingebettete Künstliche Intelligenz
ROB	<a href="#">Robotics</a>	Robotik
VIS	<a href="#">Computer Vision</a>	Rechnergestützte Bildverarbeitung
GEO	<a href="#">Geoinformatics</a>	Geoinformatik
BEN	<a href="#">Systems Benchmarking</a>	Systemleistungsvergleich
BIO	<a href="#">Systems Biology</a>	Systembiologie
DEL	<a href="#">Deep Learning</a>	Deep Learning
SBI	<a href="#">Smart Building Infrastructure</a>	Intelligente Gebäudeinfrastruktur
EDE	<a href="#">Ethics in Data Engineering</a>	Ethik im Data Engineering
EX1	External Course 1	Externer Kurs 1
EX2	External Course 2	Externer Kurs 2

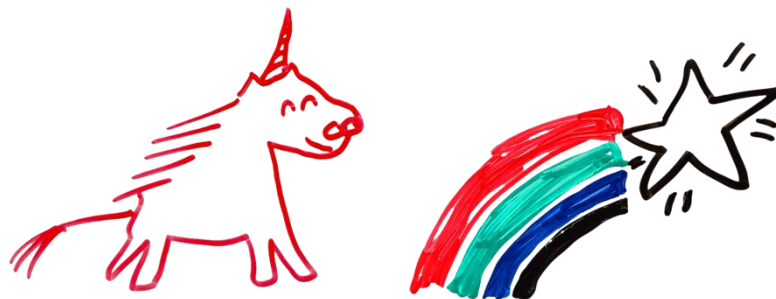
## Anlage Modulhandbuch



### **Modulhandbuch für den englischsprachigen Studiengang**

**Module Catalogue for the English-Language Bachelor's  
Degree Program in**

**Data Engineering  
(Bachelor of Engineering, B. Eng.)**



Gesamtansprechpartner\*in:  
Dekan\*in FB VI  
fb6@bht-berlin.de

Ansprechpartner Studiengang:  
Prof. Dr. Zbigniew Jerzak  
zbigniew.jerzak@bht-berlin.de

## Pflichtmodule - Übersicht und Modulverantwortung

Modul-Nr.	Modulname	Koordinator*in	Semester
CSI	<a href="#">Computer Systems Introduction</a> / Einführung in Computersysteme	Prof. Dr. Amy Siu	1
PR1	<a href="#">Programming 1</a> / Programmierung 1	Prof. Dr. Amy Siu	1
PR2	<a href="#">Programming 2</a> / Programmierung 2	Prof. Dr. Amy Siu	1
PR3	<a href="#">Programming 3</a> / Programmierung 3	Prof. Dr. Amy Siu	2
PR4	<a href="#">Programming 4</a> / Programmierung 4	Prof. Dr. Amy Siu	2
DB1	<a href="#">Relational Databases</a> / Relationale Datenbanken	Prof. Dr. Patrick Erdelt	2
DB2	<a href="#">Applied Databases</a> / Datenbankanwendungen	Prof. Dr. Patrick Erdelt	3
DB3	<a href="#">Cloud Databases</a> / Cloud-Datenbanken	Prof. Dr. Patrick Erdelt	4
DS1	<a href="#">Distributed Systems 1</a> / Verteilte Systeme 1	Prof. Dr. Zbigniew Jerzak	2
DS2	<a href="#">Distributed Systems 2</a> / Verteilte Systeme 2	Prof. Dr. Zbigniew Jerzak	3
MLC	<a href="#">Machine Learning Concepts</a> / Konzepte des maschinellen Lernens	Prof. Dr. Felix Bießmann	3
MLO	<a href="#">Machine Learning Operations</a> / Betrieb maschineller Lernsysteme	Prof. Dr. Peter Tröger	3
MLA	<a href="#">Machine Learning Applications</a> / Anwendungen des maschinellen Lernens	Prof. Dr. Felix Bießmann	4
DMA	<a href="#">Data Mining Applications</a> / Anwendungen des Data Mining	Prof. Dr. Felix Bießmann	4
DTP	<a href="#">Data Protection and Bias</a> / Informationssicherheit	Prof. Dr. Peter Tröger	3
ID1	<a href="#">Information from Data 1</a> / Informationen aus Daten 1	Prof. Dr. Steffen Wagner	2
ID2	<a href="#">Information from Data 2</a> / Informationen aus Daten 2	Prof. Dr. Steffen Wagner	3
CT1	<a href="#">Computational Tools in Engineering 1</a> / Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 1	Prof. Dr. Patrick Erdelt	1
CT2	<a href="#">Computational Tools in Engineering 2</a> / Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 2	Prof. Dr. Patrick Erdelt	2
MAP	<a href="#">Math for Programmers</a> / Mathematik für Programmierung	Prof. Dr. Patrick Erdelt	1
PRD	<a href="#">Paper Reading Seminar</a> / Wissenschaftliche Veröffentlichungen	Prof. Dr. Peter Tröger	6
INT	<a href="#">Internship</a> / Praxisphase	Studiengangsleitung	5

BTC	Bachelor's Thesis Colloquium / Kolloquium zur Bachelorarbeit	Studiengangsleitung	6
BTX	<a href="#">Bachelor's Thesis and Final Exam</a> / Bachelorarbeit und Abschlussprüfung	Studiengangsleitung	6
SG	<a href="#">General Studies</a> / Studium Generale	Dekan/Dekanin FB I	1
ES1	<a href="#">Elective Subject 1</a> / Wahlpflichtmodul 1	s. Wahlpflichtmodule	4
ES2	<a href="#">Elective Subject 2</a> / Wahlpflichtmodul 2	s. Wahlpflichtmodule	4
ES3	<a href="#">Elective Subject 3</a> / Wahlpflichtmodul 3	s. Wahlpflichtmodule	4
ES4	<a href="#">Elective Subject 4</a> / Wahlpflichtmodul 4	s. Wahlpflichtmodule	6
ES5	<a href="#">Elective Subject 5</a> / Wahlpflichtmodul 5	s. Wahlpflichtmodule	6

## Wahlpflichtmodule – Übersicht und Modulverantwortung

Nr	Modul-Nr.	Modulname	Themengruppe	Koordinator/in	Semester
1	DEP	<a href="#">Dependable Systems</a> / Verlässliche Systeme	Vertiefung	Prof. Dr. Peter Tröger	6
2	LLM	<a href="#">Large Language Models</a> / Große Sprachmodelle	Vertiefung	Prof. Dr. Amy Siu	6
3	EMB	<a href="#">Embedded Artificial Intelligence</a> / Eingebettete Künstliche Intelligenz	Anwendung	Prof. Dr. Thomas Loewel	4
4	ROB	<a href="#">Robotics</a> / Robotik	Anwendung	Prof. Dr. Ivo Boblan	4
5	VIS	<a href="#">Computer Vision for Data Engineering</a> / Rechnergestützte Bildverarbeitung	Anwendung	Prof. Dr. Kristian Hildebrandt	4
6	GEO	<a href="#">Geoinformatics</a> / Geoinformatik	Anwendung	Prof. Dr. Jessica Glabsch	4
7	BEN	<a href="#">Systems Benchmarking</a> / Systemleistungsvergleich	Vertiefung	Prof. Dr. Patrick Erdelt	6
8	BIO	<a href="#">Systems Biology</a> / Systembiologie	Anwendung	Prof. Dr. Simone Reber	4
9	DEL	<a href="#">Deep Learning</a> / Deep Learning	Vertiefung	Prof. Dr. Felix Bießmann	6
10	SBI	<a href="#">Smart Building Infrastructure</a> / Intelligente Gebäudeinfrastruktur	Anwendung	Prof. Dr. Matthias Kloas	4
11	EDE	<a href="#">Ethics in Data Engineering</a> / Ethik in der Data Engineering	Vertiefung	Prof. Dr. Matthias Schmidt	6
12	EX1	External Course 1 / Externer Kurs 1	Anwendung / Vertiefung	Studiengangsleitung	4
13	EX2	External Course 2 / Externer Kurs 2	Anwendung / Vertiefung	Studiengangsleitung	6

## Compulsory Modules / Pflichtmodule

Module ID Modulkürzel	CSI
Title Titel	Computer Systems Introduction Einführung in Rechnersysteme
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own Study Programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students develop an understanding of the fundamental components of modern computer systems and their interaction within the Linux operating system. They learn to work confidently with the Linux command line, including the creation of regular expressions and script programs to efficiently automate common tasks. They understand the basic principles of file systems and network protocols and are able to apply this knowledge in practical scenarios. Additionally, they acquire knowledge of managing installed software and system resources, as well as configuring networks in a Linux environment. -- Die Studierenden entwickeln ein fundiertes Verständnis für die grundlegenden Komponenten moderner Computersysteme und deren Zusammenspiel im Betriebssystem Linux. Sie erlernen den sicheren Umgang mit der Linux-Kommandozeile, einschließlich der Erstellung von regulären Ausdrücken und Skript-Programmen, um typische Aufgaben effizient zu automatisieren. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien von Dateisystemen und Netzwerkprotokollen und sind in der Lage, dieses Wissen in praxisnahen Szenarien zu nutzen. Zusätzlich erwerben sie Kenntnisse über die Verwaltung von installierter Software und Systemressourcen sowie über die Konfiguration von Netzwerken in einer Linux-Umgebung.
Pre-conditions Voraussetzungen	None keine
Level Niveaustufe	1st semester 1. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises Seminaristischer Unterricht, Übung
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:  (1) Exercises with consultation (4 exercises, 2 pages each, 15 mins. per exercise)

<p>von Leistungspunkten</p>	<p>or (2) oral exam (30 min.)</p> <p><i>The grade for this module is not included in the overall grade.</i></p> <p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p> <p>(1) Übungsaufgaben mit Rücksprachen (4 Aufgaben, 2 Seiten pro Aufgabe, ca. 15 min pro Präsenztermin) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)</p> <p><i>Die Note für dieses Modul geht nicht in die Gesamtnote ein.</i></p>
<p>Contents Inhalte</p>	<p>01: Computer architecture fundamentals (processor, memory, I/O, peripherals) 02: Operating system fundamentals (kernel, user space, processes, threads) 03: Basic file system concepts (virtual file system, partitions, mounts, security, links, major folders used by Linux) 04: Linux terminal concepts (shell, pipe, simple bash scripts) 05: Regular expression and its usage in shell and scripts 06: Basic Linux command line tools part 1 (<a href="https://developers.redhat.com/cheat-sheets/linux-commands-cheat-sheet">https://developers.redhat.com/cheat-sheets/linux-commands-cheat-sheet</a>) 07: Basic Linux command line tools part 2 08: Package management in Linux (repositories, dependencies, versions, apt/yum) 09: Fundamental networking protocols in Linux (ARP, IPv4, IPv6, UDP/TCP, DHCP, DNS, HTTP) 10: Practical application of networking protocols</p> <p>--</p> <p>01: Grundlagen der Computerarchitektur (Prozessor, Speicher, Ein-/Ausgabe, Peripheriegeräte) 02: Grundlagen von Betriebssystemen (Kernel, Userspace, Prozesse, Threads) 03: Grundlagen von Dateisystemen (virtuelles Dateisystem, Partitionen, Mounts, Sicherheit, Links, wichtige Verzeichnisse in Linux) 04: Konzepte des Linux-Terminals (Shell, Pipes, einfache Bash-Skripte) 05: Reguläre Ausdrücke und deren Verwendung in Shell und Skript-Programmen 06: Grundlegende Linux-Befehlszeilentools Teil 1 07: Grundlegende Linux-Befehlszeilentools Teil 2 08: Paketmanagement in Linux (Repositories, Abhängigkeiten, Versionen, apt/yum) 09: Grundlegende Netzwerkprotokolle (ARP, IPv4, IPv6, UDP/TCP, DHCP, DNS, HTTP) 10: Praktische Anwendung von Netzwerkprotokollen</p>
<p>References Literatur</p>	<p>Linux for Beginners: A Practical and Comprehensive Guide to Learn Linux Operating System and Master Linux Command Line, Ethem Mining, 2024. The Linux Command Line, 2nd Edition: A Complete Introduction, William Shotts, 2019. How Linux Works, 3rd Edition: What Every Superuser Should Know, Brian Ward, 2021.</p>
<p>Further notes Weitere Hinweise</p>	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	PR1
Title Titel	Programming 1 Programmierung 1
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students can create robust software in Python. They can write Python programs according to the principles of object-oriented programming. They can apply modern software engineering principles (test driven development, unit testing, integration testing) in their software development efforts. Students learn how to program in teams and use source control tools such as git. -- Die Studierenden können Software in Python entwickeln und dabei die Prinzipien der objektorientierten Programmierung anwenden. Sie sind in der Lage, moderne Softwareentwicklungsmethoden wie testgetriebene Entwicklung, Unit-Tests und Integrationstests anzuwenden. Sie verstehen, wie man in Teams programmiert und gängige Versionskontrollsysteme wie Git effizient nutzt. Zudem erlernen sie den Umgang mit gängigen Entwicklungswerkzeugen und -umgebungen, die die Effizienz und Qualität der Softwareentwicklung steigern.
Pre-conditions Voraussetzungen	keine
Level Niveaustufe	1st semester 1. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Übung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	01: Basic concepts programming without coding

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• venv, different ways to execute Python code (plain console, venv, IDE such as PyCharm, Anaconda, Jupyter Notebook, Jupyter Lab), interpreter vs. compiler</li> <li>• Correctness and efficiency</li> <li>• Coding standards, PEP 8</li> <li>• Test-driven development</li> <li>• git (local repository)</li> </ul> <p>02: Data types, control flow 03: Comprehension, generator, iterator 04: Functions, modules, input/output 05: Beginner's topics in quality assurance – assert, error handling, stack trace, debugger, unit test, further types of testing, automated testing, test-driven development 06: Recursion, nested loops, 2D arrays 07: Advanced pythonic recipes 08: Code reliability and maintainability 09: Programming paradigm: Object-oriented programming (polymorphy, single vs. multiple inheritance) 10: git revisited (remote repository, usage in team setting, conflict resolution) -- 01: Grundlegende Konzepte der professionellen Software-Entwicklung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtuelle Umgebungen (venv), verschiedene Möglichkeiten zur Ausführung von Python-Code, Interpretieren vs. Übersetzen</li> <li>• Korrektheit und Effizienz, Programmierrichtlinien, PEP 8</li> <li>• Testgetriebene Entwicklung, lokale Versionsverwaltung mit Git</li> </ul> 02: Datentypen, Kontrollstrukturen 03: Comprehension, Generatoren, Iteratoren 04: Funktionen, Module, Ein- und Ausgabe 05: Qualitätssicherung (Annahmen, Fehlerbehandlung, Stacktrace, Debugger, Unit-Tests, automatisiertes Testen, testgetriebene Entwicklung) 06: Rekursion, verschachtelte Schleifen, zweidimensionale Arrays 07: Fortgeschrittene Python-Techniken 08: Zuverlässigkeit und Wartbarkeit von Code 09: Objektorientierte Programmierung (Polymorphismus, einfache vs. mehrfache Vererbung) 10: Vertiefung in Git (remote Repository, Nutzung im Team, Konfliktlösung)</p>
References Literatur	<p>Head First Python, Paul Barry, 2016 Whirlwind Tour of Python, Jake Vanderplas, 2016 Python Cookbook, David Beazley, Brian K. Jones, 2013 Python Tricks: A Buffet of Awesome Python Features, Dan Bader, 2017 Automate the Boring Stuff with Python, 2nd Edition: Practical Programming for Total Beginners, Albert Sweigart, 2019</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	PR2
Title Titel	Programming 2 Programmierung 2
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students understand various data structures (list, tree, stack, queue) and the relevant algorithms to manipulate these data structures and search for the data within them. They understand more aspects of programming beyond common Python programs; specifically, (a) they can understand programs written via functional programming as well as reactive programming; and can solve simple problems by writing programs in these paradigms; and (b) they are able to write simple programs in Kotlin, another programming language. -- Die Studierenden verstehen verschiedene Datenstrukturen wie Listen, Bäume, Stacks und Queues sowie die Algorithmen, um diese Strukturen zu manipulieren und darin nach Daten zu suchen. Sie erwerben Kenntnisse in fortgeschrittenen Programmieransätzen, die über typische Python-Programme hinausgehen. Insbesondere können sie Programme im funktionalen und reaktiven Paradigma verstehen und einfache Probleme in diesen Paradigmen lösen. Sie sind in der Lage, einfache Programme in Kotlin zu schreiben und die grundlegenden Konzepte dieser Programmiersprache anzuwenden.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: PR1 Empfehlung: PR1
Level Niveaustufe	1st semester 1. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Übung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:  (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	01: Linked lists (single, double) 02: Search in arrays (linear search, binary search), big O notation

	<p>03: Sorting algorithms (bubble sort, selection sort, insertion sort, merge sort, quick sort) 04: Trees (binary tree, balanced tree, red-black tree, tree traversal, binary search) 05: Application of tree as a data structure (Hoffmann coding) 06: Stacks, queues 07: Programming paradigm: Functional programming (functional yield, futures without multi-threading, algorithm implementation, experience in a functional programming language such as Lisp or Haskell) 08: Programming paradigm: Reactive programming 09: Performance tuning 10: Experience with Kotlin as a second programming language (Kotlin basics, simple application written in Kotlin such as a web service backend) -- 01: Verkettete Listen (einfach, doppelt verkettet) 02: Suchen in Arrays (lineare Suche, binäre Suche), Big-O-Notation 03: Sortieralgorithmen (Bubble Sort, Selection Sort, Insertion Sort, Merge Sort, Quick Sort) 04: Bäume (binäre Bäume, balancierte Bäume, Rot-Schwarz-Bäume, Baumdurchlauf, binäre Suche) 05: Anwendungen von Bäumen als Datenstruktur (Huffman-Codierung) 06: Stacks, Queues 07: Programmierparadigma: Funktionale Programmierung (funktionales Yield, Futures ohne Multithreading, Implementierung von Algorithmen, Arbeiten mit einer funktionalen Programmiersprache wie Lisp oder Haskell) 08: Reaktive Programmierung 09: Leistungsoptimierung 10: Erfahrung mit Kotlin als zweiter Programmiersprache (Kotlin-Grundlagen, Entwicklung einer einfachen Anwendung in Kotlin, z.B. eines Web-Service-Backends)</p>
References Literatur	<p>Introduction to Algorithms (Fourth Edition), Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein, 2022 Head First Kotlin, Dawn Griffiths, 2019 Kotlin in Action, Dmitry Jemerov, Svetlana Isakova, 2017</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	PR3
Title Titel	Programming 3 Programmierung 3
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students learn how to use advanced data structures and can implement as well as apply algorithms in handling data in these structures. Students understand the programming concepts for parallel and concurrent data processing. Students learn and follow the concepts of continuous integration and continuous deployment in the context of staging and production environments. -- Die Studierenden erlernen den Umgang mit fortgeschrittenen Datenstrukturen und sind in der Lage, die Algorithmen zur Verarbeitung von Daten in diesen Strukturen zu implementieren. Sie verstehen die grundlegenden Konzepte der parallelen und nebenläufigen Datenverarbeitung und können dies in ihren Programmen einsetzen. Darüber hinaus erwerben sie Kenntnisse in den Prinzipien von Continuous Integration (CI) und Continuous Deployment (CD) und wenden diese in Test-, Staging- und Produktionsumgebungen an.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: PR2 Empfehlung: PR2
Level Niveaustufe	2nd semester 2. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Übung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	01: Hashing (hash set, hash map, order preserving hashing) 02: Graphs (undirected, directed, fully connected), traversal, cycle detection 03: Graph search (shortest path (Dijkstra), minimum spanning tree (Kruskal, Prim))

	<p>04: Programming paradigm: Dynamic programming (tabulation vs. memoization, subset sum problem, optimization, traveling salesperson problem, Fibonacci, counting sort)</p> <p>05: Regular expressions (basics, groups, advanced usage)</p> <p>06: Continuous Integration / Continuous Deployment (CI/CD), theoretical principles and practical tools for test, staging and production environments</p> <p>--</p> <p>01: Hashing (Hash-Set, Hash-Map, ordnungserhaltendes Hashing)</p> <p>02: Graphen (ungerichtete, gerichtete, vollständig verbundene Graphen), Traversierung, Zykluserkennung</p> <p>03: Graphensuche (kürzester Weg (Dijkstra), minimaler Spannbaum (Kruskal, Prim))</p> <p>04: Dynamische Programmierung (Tabellierung vs. Memoisierung, Teilmengen-Summenproblem, Optimierung, Problem des Handlungsreisenden, Fibonacci, Counting Sort)</p> <p>05: Reguläre Ausdrücke (Grundlagen, Gruppen, fortgeschrittene Anwendungen)</p> <p>06: Continuous Integration / Continuous Deployment (CI/CD), theoretische Prinzipien und praktische Werkzeuge für Test-, Staging- und Produktionsumgebungen</p>
References Literatur	<p>Introduction to Algorithms (Fourth Edition), Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein, 2022</p> <p>Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation, Jez Humble, David Farley, 2010</p> <p>Continuous Delivery with Docker and Jenkins - Third Edition: Create secure applications by building complete CI/CD pipelines, Rafal Leszko, 2022</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	PR4
Title Titel	Programming 4 Programmierung 4
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students can create parallel (multi-threading) software in modern programming languages such as Python and Kotlin. Students learn how to leverage modern hardware for parallelism (CPUs and GPUs). -- Die Studierenden sind in der Lage, Software für paralleles Rechnen mithilfe moderner Programmieransätze zu entwickeln. Sie beherrschen die grundlegenden Konzepte der Nebenläufigkeit und können deren Anwendung auf Multithreading-Umgebungen übertragen. Sie lernen, die parallele Rechenleistung moderner Hardware wie CPUs und GPUs effizient zu nutzen und geeignete Programmierwerkzeuge einzusetzen, um hochleistungsfähige Anwendungen zu erstellen.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: PR3 Empfehlung: PR3
Level Niveaustufe	2nd semester 2. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Übung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	01: Concurrency concepts (simd, mutex, semaphores, shared memory) 02: Theoretical principles of multi-threading (life cycle, lock, deadlock, race condition, thread safety, synchronization) 03: Programming paradigm: concurrent programming 04: Programming paradigm: parallel programming, multi-threading, thread synchronization, futures 05: Metrics of high-performance computing (throughput, latency, FLOP, IPC)

	06: GPU (hardware setup, difference to CPU) 07: CUDA programming model 08: Benchmarking -- 01: Konzepte der Nebenläufigkeit (SIMD, Mutex, Semaphore, Shared Memory) 02: Theoretische Grundlagen von Nebenläufigkeit (Lebenszyklus, Sperren, Verklemmung, Wettlaufsituation, Threadsicherheit, Synchronisierung) 03: Nebenläufige Programmierung 04: Parallele Programmierung, Multithreading, Threadsynchronisierung, Futures 05: Metriken des Hochleistungsrechnens (Durchsatz, Latenz, FLOP, IPC) 06: GPU (Hardwareaufbau, Unterschied zur CPU) 07: CUDA-Programmiermodell 08: Benchmarking
References Literatur	Python Concurrency (a collection of eBooks - Super Fast Python: <a href="https://superfastpython.com/python-concurrency-books/">https://superfastpython.com/python-concurrency-books/</a> ) Marcin Moskała. Kotlin Coroutines - Deep Dive. Third Edition. ( <a href="http://leanpub.com/coroutines">http://leanpub.com/coroutines</a> )
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	DB1
Title Titel	Relational Databases Relationale Datenbanken
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	The students know the basics of relational database systems. They master advanced techniques in SQL. They can take on simple engineering tasks in the design, implementation and optimization of databases and are familiar with quality characteristics such as data consistency. -- Die Studierenden beherrschen die Grundlagen relationaler Datenbanksysteme. Sie können fortgeschrittene Techniken in SQL anwenden und einfache Aufgaben in den Bereichen Entwurf, Implementierung und Optimierung von Datenbanken übernehmen. Sie verstehen wichtige Qualitätsmerkmale wie Konsistenz und sind mit grundlegenden Werkzeugen und Methoden des Datenbank-Engineerings vertraut.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: PR2, CSI, MAP Empfehlung: PR2, CSI, MAP
Level Niveaustufe	2nd semester 2. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	01: RDBMS: Simple SELECT 02: RDBMS: Aggregation

	<p>03: RDBMS: DML, DCL, DDL, Views 04: RDBMS: Connecting from Python (ORM, persistence) 05: RDBMS: Tables (basics, data types, JOINS) 06: RDBMS: Subqueries 07: RDBMS: Analytical Functions (WINDOWS and FRAMES) 08: Database Engineering: Analysis 09: Database Engineering: Designing schemas 10: Database Engineering: Quality (keys and normalization) 11: Database Engineering: Implementation and tools 12: Database Engineering: Optimization and benchmarking (index, query analyzer, execution plan, query optimization) -- 01: RDBMS: Grundlegende Abfragen (SELECT) 02: RDBMS: Aggregation von Daten 03: RDBMS: Datenmanipulation, Zugriffsrechte, Datenbankschemata und Views (DML, DCL, DDL) 04: RDBMS: Datenbankzugriff aus Python (ORM, Persistenz) 05: RDBMS: Tabellenkonzepte (Datenstrukturen, Datentypen, JOIN-Operationen) 06: RDBMS: Subqueries 07: RDBMS: Analytische Funktionen (Fenster- und Rahmenfunktionen) 08: Datenbank-Engineering: Analyse 09: Datenbank-Engineering: Entwurf von Datenbankschemata 10: Datenbank-Engineering: Qualitätssicherung (Schlüssel und Normalisierung) 11: Datenbank-Engineering: Implementierung und praktische Werkzeuge 12: Datenbank-Engineering: Optimierung und Benchmarking (Indizes, Abfrageanalyse, Ausführungspläne, Optimierungsstrategien)</p>
References Literatur	<p>Learning SQL, By Alan Beaulieu SQL and Relational Theory: How to Write Accurate SQL Code, By C.J. Date Fundamentals of Database Systems, By Ramez Elmasri et al Database System Concepts, By Avi Silberschatz et al</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	DB2
Title Titel	Applied Databases Datenbankanwendungen
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Students acquire advanced knowledge in the practical use and operation of database systems. They develop skills in implementing procedural logic within databases, automating tasks, and ensuring data quality. Students understand transaction systems, including the ACID principles and concurrency control, and are familiar with advanced analytical methods such as data warehousing, schema design, ETL processes, and BI tools. They can work with diverse and complex data types (e.g., GIS, JSON, XML) and apply these skills within modern IT infrastructures.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden erwerben fortgeschrittene Kenntnisse in der praktischen Anwendung und dem Betrieb von Datenbanksystemen. Sie entwickeln Fähigkeiten zur Implementierung von prozeduraler Logik innerhalb von Datenbanken, zur Automatisierung von Aufgaben und zur Sicherstellung der Datenqualität. Die Studierenden verstehen Transaktionssysteme, einschließlich der ACID-Prinzipien und der Steuerung von Nebenläufigkeit, und sind mit fortgeschrittenen analytischen Methoden vertraut, darunter Data Warehousing, Schema-Design, ETL-Prozesse und BI-Tools. Sie sind in der Lage, mit verschiedenen und komplexen Datentypen (z. B. GIS, JSON, XML) zu arbeiten und diese Fähigkeiten in modernen IT-Infrastrukturen anzuwenden.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: DB1, PR4 Empfehlung: DB1, PR4
Level Niveaustufe	3rd semester 3. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (group projects with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Gruppenprojekte mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:</p> <p>(1) Written exam (60 min.) or (2) Oral exam (30 min.)</p> <p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p> <p>(1) Klausur (60 Min.)</p>

	oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	<p>01: Programming DBMS: Procedural languages / stored procedures  02: Programming DBMS: Active systems and automation, triggers  03: Programming DBMS: Data quality  04: Transactional: ACID  05: Transactional: Concurrency and isolation  06: Analytical: Data-Warehouses, schema design and evolution (star schema, data vault)  07: Analytical: ETL, ELT, EtLT  08: Analytical: OLAP, In-Memory systems, GPU systems  09: Analytical: BI tasks and tools  10: Types of data: GIS  11: Types of data: Time series data and monitoring  12: Types of data: JSON and XML</p> <p>--</p> <p>01: Programmierung von DBMS: Prozedurale Sprachen, gespeicherte Prozeduren  02: Programmierung von DBMS: Aktive Systeme, Automatisierung und Trigger  03: Programmierung von DBMS: Sicherstellung und Verbesserung der Datenqualität  04: Transaktionssysteme: ACID-Prinzipien  05: Transaktionssysteme: Nebenläufigkeit, Isolation und Konfliktmanagement  06: Analytische Systeme: Data Warehousing—Schema-Design (z. B. Sternschema, Data Vault) und Schema-Evolution  07: Analytische Systeme: ETL/ELT-Prozesse und EtLT-Workflows  08: Analytische Systeme: OLAP, In-Memory- und GPU-beschleunigte Datenbanksysteme  09: Analytische Systeme: BI-Tools und Anwendungen  10: Verschiedene Datentypen: GIS (Verwaltung und Analyse von Geodaten)  11: Verschiedene Datentypen: Zeitreihendaten für Monitoring und Prognosen  12: Verschiedene Datentypen: JSON und XML—Anwendungen im modernen Datenaustausch</p>
References Literatur	<p>Fundamentals of Database Systems, By Ramez Elmasri et al  Database System Concepts, By Avi Silberschatz et al  The Data Warehouse Toolkit, The Definitive Guide to Dimensional Modeling, By R. Kimball</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English.  Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	DB3
Title Titel	Cloud Databases Cloud-Datenbanken
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (4 contact hours per week seminar lessons) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS SU)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Students acquire fundamental knowledge of database systems as distributed systems and understand principles such as sharding, replication, and consistency. They gain hands-on experience with various NoSQL database types, including document stores, key-value stores, graph databases, and vector databases for information retrieval. In addition, students develop the skills needed to evaluate, deploy, and operate database systems in cloud environments. They are introduced to advanced cloud-native concepts such as data lakes, data lakehouses, and data streams, and gain practical experience with transactional and analytical workloads in distributed cloud environments.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über Datenbanksysteme als verteilte Systeme und verstehen Prinzipien wie Sharding, Replikation und Konsistenz. Sie sammeln praktische Erfahrungen mit NoSQL-Datenbanktypen, darunter Dokumentenspeicher, Key-Value-Stores, Graphdatenbanken und Vektordatenbanken für die Informationssuche. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden Kompetenzen, um Datenbanksysteme in Cloud-Umgebungen zu bewerten, einzusetzen und zu betreiben. Sie werden in fortgeschrittene Cloud Native Konzepte eingeführt, wie Data Lakes, Data Lakehouses und Datenströme, und sammeln praktische Erfahrungen mit transaktionalen und analytischen Arbeitslasten in verteilten Cloud-Umgebungen.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	Empfehlung: DS2, DB2
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (group projects with discussion and feedback Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Gruppenprojekte mit Rücksprachen
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:</p> <p>(1) Written exam (60 min.)</p> <p>or</p> <p>(2) Exercises with consultation (4 exercises, 1 page and 15 mins. per exercise)</p> <p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p>

	(1) Klausur (60 Min.) oder (2) Übungsaufgaben mit Rücksprachen (4 Aufgaben, 1 Seite pro Aufgabe, ca. 15 min pro Präsenztermin)
Contents Inhalte	01: Distributed DBS: Sharding, replication and consistency guarantees 02: Distributed DBS: NewSQL 03: Big Data and NoSQL: Document stores 04: Big Data and NoSQL: Key Value Stores 05: Big Data and NoSQL: Graph Databases 06: Big Data and NoSQL: Vector Databases (information retrieval) 07: Cloud-Systeme: Cloud-native Architectures 08: Cloud-Systeme: Running DBMS in Kubernetes 09: Cloud-Systeme: Transactional - Distributed SQL 10: Cloud-Systeme: Data Warehouses - Disaggregated Databases 11: Cloud-Systeme: Data Lakes and Data Lakehouses 12: Cloud-Systeme: Data Streams (as a data source, connectors, Kafka-Cloud) -- 01: Verteilte DBS: Sharding, Replikation und Konsistenzgarantien 02: Verteilte DBS: NewSQL 03: Big Data und NoSQL: Dokumentenspeicher 04: Big Data und NoSQL: Key-Value-Stores 05: Big Data und NoSQL: Graphdatenbanken 06: Big Data und NoSQL: Vektordatenbanken (Informationssuche) 07: Cloud-Systeme: Cloud-native Architekturen 08: Cloud-Systeme: Betrieb von DBMS in Kubernetes 09: Cloud-Systeme: Transaktional - Distributed SQL 10: Cloud-Systeme: Data Warehouses - Disaggregierte Datenbanksysteme 11: Cloud-Systeme: Data Lakes und Data Lakehouses 12: Cloud-Systeme: Datenströme (als Datenquelle, Konnektoren, Kafka-Cloud)
References Literatur	Fundamentals of Database Systems, By Ramez Elmasri et al Database System Concepts, By Avi Silberschatz et al Principles of Distributed Database Systems, By M. Tamer Özsu et al Cloud Native Database, Principle and Practice, By F. Li et al NoSQL, Einstieg in die Welt nichtrelationaler Web 2.0 Datenbanken, S. Edlich
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	DS1
Title Titel	Distributed Systems 1 Verteilte Systeme 1
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Students learn why distributed systems are necessary to build large scale data-driven applications. Students learn how to build scalable distributed applications (word count, count of URL access frequency, distributed sort) that process terabytes of data on clusters of commodity PCs leveraging knowledge from PR1 and PR2. Students learn the basic distributed programming paradigms, such as MapReduce. Students learn the difference between data at rest and data in motion and learn how to process real-time data using distributed stream processing. Students learn to anticipate main problems that can occur in such distributed applications – focusing on different types of failures in different system models.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden verstehen die Notwendigkeit verteilter Systeme zur Entwicklung skalierbarer datengetriebener Anwendungen. Sie erwerben die Fähigkeit, skalierbare verteilte Anwendungen zu entwerfen, die große Datenmengen, wie z. B. Wortzählung oder verteiltes Sortieren, auf Clustern von Standardhardware verarbeiten. Mithilfe von Programmierparadigmen wie MapReduce lernen sie, zwischen Stapel- und Streaming-Datenverarbeitung zu unterscheiden und Lösungen für beide Szenarien zu implementieren. Darüber hinaus entwickeln sie ein Verständnis für Systemfehler, Netzwerkprobleme und Strategien zum Aufbau zuverlässiger Systeme trotz solcher Herausforderungen. Die Studierenden erhalten Einblicke in die Verwaltung verteilter Daten, Replikation, Partitionierung und Lastverteilung und bereiten sich auf vielfältige reale Szenarien in verteilten Systemen vor.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	Empfehlung: PR2, CSI
Level Niveaustufe	2nd semester 2. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Übung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:  (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)

<p>von Leistungspunkten</p>	<p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p> <p>(1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)</p>
<p>Contents Inhalte</p>	<p>01: Fundamental Concepts of Data Intensive Distributed Applications: Reliability, Scalability, Maintainability 02: Advanced concepts of data intensive distributed applications: IaaS, PaaS, SaaS, Datacenter and economy of scale, elasticity, CapEx vs OpEx 03: Transfer of Data: serialization, encoding formats, schemas, schema evolution, data flow via RPC vs message passing, protocols such as protocol buffers, avro, thrift 04: Replication of Data: leaders and followers, failure scenarios, leaderless replication, quorums 05: Distribution of Data: key-value data model, hash- and range-based partitioning, skewed workload and avoiding hot spots, rebalancing of partitions, request routing, load balancing 06: Faults and Failures: building reliable systems out of unreliable components, network faults incl. timeouts and unbounded delays, synchronous and asynchronous networks 07: Distributed File Systems: erasure codes, write once read many model, moving computation to data, examples such as HDFS and GoogleFS 08: Basic Processing of Data at Rest: batch processing with unix tools, MapReduce paradigm, workflows 09: Advanced Processing of Data at Rest: distributed joins (reduce-side joins, map-side joins), intermediate state, materialization 10: Distributed Streaming Data: use cases, message brokers and partitioned logs, event sourcing, command query responsibility segregation 11: Processing of Distributed Data Streams: complex event processing, event time vs processing time, sliding, and jumping windows, stream-stream and stream-table joins -- 01: Grundlegende Konzepte datenintensiver verteilter Anwendungen: Zuverlässigkeit, Skalierbarkeit, Wartbarkeit 02: Fortgeschrittene Konzepte datenintensiver verteilter Anwendungen: IaaS, PaaS, SaaS, Datacenter und Skaleneffekte, Elastizität, CapEx vs. OpEx 03: Datenübertragung: Serialisierung, Kodierungsformate, Schemata, Schemaevolution, Datenfluss über RPC vs. Nachrichtenübertragung, Protokolle wie Protocol Buffers, Avro, Thrift 04: Replikation von Daten: Leader und Follower, Fehlerszenarien, Leaderlose Replikation, Quoren 05: Verteilung von Daten: Key-Value-Datenmodell, Hash- und Bereichsbasierte Partitionierung, Ungleichmäßige Arbeitslasten und Vermeidung von Hotspots, Neuausgleich von Partitionen, Anfrageweiterleitung, Lastverteilung 06: Fehler und Ausfälle: Aufbau zuverlässiger Systeme aus unzuverlässigen Komponenten, Netzwerkfehler einschließlich Zeitüberschreitungen und unbegrenzter Verzögerungen, Synchroner und Asynchroner Netzwerke 07: Verteilte Dateisysteme: Erasure Codes, Write Once Read Many-Modell, Verlagerung der Berechnung auf die Daten, Beispiele wie HDFS und GoogleFS 08: Grundlegende Verarbeitung von Daten im Ruhezustand: Stapelverarbeitung mit Unix-Tools, MapReduce-Paradigma, Workflows</p>

	<p>09: Fortgeschrittene Verarbeitung von Daten im Ruhezustand: Verteilte Joins (Reduce-Side-Joins, Map-Side-Joins), Zwischenzustände, Materialisierung</p> <p>10: Verteilte Streaming-Daten: Anwendungsfälle, Nachrichtenbroker und partitionierte Logs, Event Sourcing, Command Query Responsibility Segregation</p> <p>11: Verarbeitung verteilter Datenströme: Komplexe Ereignisverarbeitung, Ereigniszeit vs. Verarbeitungszeit, Gleitende und Springende Fenster, Stream-Stream- und Stream-Table-Joins</p>
References Literatur	<p>Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat. 2008. MapReduce: simplified data processing on large clusters. <i>Commun. ACM</i> 51, 1 (January 2008), 107–113. <a href="https://doi.org/10.1145/1327452.1327492">https://doi.org/10.1145/1327452.1327492</a></p> <p>M. van Steen and A.S. Tanenbaum. 2017. <i>Distributed Systems</i>. 3rd ed., distributed-systems.net</p> <p>Michael J. Fischer, Nancy A. Lynch, and Michael S. Paterson. 1985. Impossibility of distributed consensus with one faulty process. <i>J. ACM</i> 32, 2 (April 1985), 374–382. <a href="https://doi.org/10.1145/3149.214121">https://doi.org/10.1145/3149.214121</a></p> <p>Neha Narkhede, Gwen Shapira, Todd Palino. 2017. <i>Kafka: The Definitive Guide</i>. O'Reilly Media, Inc. ISBN: 978-1491936160</p> <p>Fabian Hueske, Vasiliki Kalavri. 2019. <i>Stream Processing with Apache Flink: Fundamentals, Implementation, and Operation of Streaming Applications</i>. O'Reilly Media, Inc. ISBN: 978-1491974292</p> <p>Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. 2017. Martin Kleppmann. O'Reilly Media, Inc. ISBN: 978-1449373320</p> <p>K. Shvachko, H. Kuang, S. Radia and R. Chansler, "The Hadoop Distributed File System," 2010 IEEE 26th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies (MSST), Incline Village, NV, USA, 2010, pp. 1-10</p> <p>Sanjay Ghemawat, Howard Gobioff, and Shun-Tak Leung. 2003. The Google file system. In <i>Proceedings of the nineteenth ACM symposium on Operating systems principles (SOSP '03)</i>. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 29–43.</p> <p>M. Armbrust et al., "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing," UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, Feb. 2009.</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	DS2
Title Titel	Distributed Systems 2 Verteilte Systeme 2
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (4 contact hours per week seminar lessons) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS SU)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Building on top of the practical knowledge in DS1 students get an in-depth understanding of the types of failures that are possible in distributed systems. Students learn how to design and build mechanisms that allow for dealing with such failures for both systems processing data at rest and data in motion. Students learn how these mechanisms (e.g. atomic broadcast, leader election) are leveraged by modern coordination systems (e.g.: Zookeeper, etcd). Finally, students learn how the modern distributed and dependable applications and systems, such as Spanner, Kubernetes, CockroachDB, or Kafka are designed and built.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden entwickeln ein tiefgehendes Verständnis von Fehler- und Ausfallmodellen in verteilten Systemen, einschließlich Absturz-, Auslassungs- und byzantinischer Fehler sowie deren Erkennung. Sie lernen, Konsensalgorithmen (z. B. Two-Phase Commit, Raft) und Mechanismen zur "Leader Election" zu entwerfen und umzusetzen, um reale Herausforderungen in verteilten Systemen zu bewältigen. Die Studierenden gewinnen Einblicke in modernste Systeme wie Spanner, Kafka und Kubernetes und lernen, wie solche zuverlässigen und skalierbaren Anwendungen entworfen und gebaut werden. Darüber hinaus erweitern sie ihr Wissen über fehlertolerante Datenstromverarbeitung und andere fortschrittliche Zuverlässigkeitsmechanismen.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: DS1, DB2, PR4 Empfehlung: DS1, DB2, PR4
Level Niveaustufe	3rd semester 3. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (Group projects with discussion and feedback Seminaristischer Unterricht, Übung (Gruppenprojekte mit Rücksprachen
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:  (1) Written Exam (60 min.) or (2) Oral exam (30 min.)

von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:  (1) Klausur (60 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	<p>01: System Models (synchronous and asynchronous), failure and fault models (crash, omission, byzantine), logical and physical clocks</p> <p>02: Consistency Models (strong, weak, eventual), CAP theorem</p> <p>03: Time, Clocks, and Event Ordering: unreliable clocks, monotonic clocks vs time-of-day clocks, logical / vector clocks, timestamps, causal ordering</p> <p>04: Clock synchronization: accuracy and drift, internal and external clock synchronization, network time protocol, atomic clocks, TrueTime</p> <p>05: Consensus Problem Basics (two-phase commit)</p> <p>06: Distributed Mutual Exclusion (Lamport's distributed mutual exclusion algorithm, ricart-agrawala algorithm)</p> <p>07: Fault-Tolerance (types of failures: crash, omission, timing, byzantine) and Reliability (active / passive replication, checkpointing, rollback)</p> <p>08: Failure Detection (heartbeats, timeouts, failure detectors, perfect failure detectors)</p> <p>09: Leader Election Fundamentals (Introduction to Raft)</p> <p>10: Leader Election Applications (Chubby Lock Service, ZooKeeper, leader-based task assignment, fault-tolerance via heartbeats and raft logs)</p> <p>11: Advanced Leader Election Applications (Spanner, etcd, Kubernetes, Kafka)</p> <p>12: Fault-Tolerant Distributed Stream Processing, state transfer, checkpointing, exactly once message processing, deterministic vs non-deterministic join</p> <p>--</p> <p>01: Systemmodelle (synchron und asynchron), Fehler- und Ausfallmodelle (Crash, Omission, Byzantine), logische und physische Uhren</p> <p>02: Konsistenzmodelle (stark, schwach, eventually), CAP-Theorem</p> <p>03: Zeit, Uhren und Ereignisreihenfolge: unzuverlässige Uhren, monotone vs. Zeit-Uhren, logische/vektorielle Uhren, Zeitstempel, kausale Reihenfolge</p> <p>04: Uhrensynchronisation: Genauigkeit und Drift, interne und externe Uhrensynchronisation, Network Time Protocol, Atomuhren, TrueTime</p> <p>05: Konsensprobleme (z. B. Two-Phase Commit)</p> <p>06: Verteilte gegenseitige Ausschlüsse (z. B. Lamport-Algorithmus, Ricart-Agrawala-Algorithmus)</p> <p>07: Fehlertoleranz (Fehlertypen: Absturz, Omission, Zeit, Byzantine), Zuverlässigkeit (aktive/passive Replikation, Checkpointing, Rollback)</p> <p>08: Fehlererkennung (Heartbeats, Timeouts, Failure Detectors)</p> <p>09: Leader-Election-Grundlagen (Einführung in Raft)</p> <p>10: Anwendungen der Leader-Election (z. B. Chubby Lock Service, ZooKeeper, Leader-Based-Aufgabenvergabe)</p> <p>11: Erweiterte Anwendungen der Leader-Election (z. B. Spanner, etcd, Kubernetes, Kafka)</p> <p>12: Fehlertolerante verteilte Datenstromverarbeitung, Zustandsübertragung, genau-einmal-Verarbeitung</p>
References Literatur	<p>Patrick Th. Eugster, Pascal A. Felber, Rachid Guerraoui, and Anne-Marie Kermarrec. 2003. The many faces of publish/subscribe. <i>ACM Comput. Surv.</i> 35, 2 (June 2003), 114–131. <a href="https://doi.org/10.1145/857076.857078">https://doi.org/10.1145/857076.857078</a></p> <p>Barbara Liskov and Rivka Ladin. 1986. Highly available distributed services and fault-tolerant distributed garbage collection. In <i>Proceedings of the fifth annual ACM symposium on Principles of distributed computing (PODC '86)</i>. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 29–39. <a href="https://doi.org/10.1145/10590.10593">https://doi.org/10.1145/10590.10593</a></p>

	<p>E. Brewer. CAP Twelve Years Later: How the “Rules” Have Changed, IEEE Computer, Vol. 45, Issue 2, February 2012. pp. 23--29.</p> <p>Brewer, E.A. (2017). Spanner, TrueTime and the CAP Theorem.</p> <p>M. Burrows. The Chubby lock service for loosely-coupled distributed systems. Proceedings of OSDI '06: Fourth Symposium on Operating System Design and Implementation, Seattle, WA, November 2006.</p> <p>J. Corbett, J. Dean, M. Epstein, A. Fikes, C. Frost, JJ Furman, S. Ghemawat, A. Gubarev, C. Heiser, P. Hochschild, W. Hsieh, S. Kanthak, E. Kogan, H. Li, A. Lloyd, S. Melnik, D. Mwaura, D. Nagle, S. Quinlan, R. Rao, L. Rolig, Y. Saito, M. Szymaniak, C. Taylor, R. Wang, and D. Woodford. Spanner: Google's Globally-Distributed Database. Proceedings of OSDI '12: Tenth Symposium on Operating System Design and Implementation, Hollywood, CA, October, 2012</p> <p>B. Liskov. Practical Uses of Synchronized Clocks in Distributed Systems. ACM Principles of Distributed Computing (PODC). Montreal, Canada, August 1991.</p> <p>"Raft Consensus Algorithm: Understandable Distributed Consensus" by Diego Ongaro and John Ousterhout (2014)</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	MLC
Title Titel	Machine Learning Concepts Konzepte des Maschinellen Lernens
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (4 contact hours per week seminar lessons) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS SU)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students are able to define the concept of machine learning and distinguish it from human learning. They become familiar with a range of different machine learning methods and apply them to example problems presented in lectures and exercises. They can explain the constraints of machine learning and assess which methods are best suited for specific problems. In this context, the algorithmic concept of learning is explored, both theoretically and practically. -- Die Studierenden können den Begriff des maschinellen Lernens konkretisieren und von dem des menschlichen Lernens abgrenzen. Sie lernen eine Reihe unterschiedlicher Verfahren des maschinellen Lernens kennen und erproben diese an Beispielen in Unterricht und Übung. Sie können die Randbedingungen des maschinellen Lernens erläutern und beurteilen, welche Verfahren am besten für bestimmte Probleme geeignet sind. Dabei wird der algorithmische Begriff des Lernens in Theorie und Praxis vertieft.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: ID1, CT2 Empfehlung: ID1, CT2
Level Niveaustufe	3rd semester 3. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Written homeworks) Seminaristischer Unterricht, Schriftliche Aufgaben
Status	Compulsory Elective Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (60 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (60 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	01: Nearest Centroid Classifier 02: Non-linear Classification with K-Nearest Neighbor (KNN)

	<p>03: Hyperparameter Optimization  04: Feature Extraction and Pipelines  05: Model Evaluation (Metrics, Cross-Validation)  06: Perceptrons (Stochastic Gradient Descent)  07: (Non-)Linear Regression  08: Principal Component Analysis (PCA)  09: Clustering  10: Neural Networks  --  01: Nearest-Centroid-Klassifizierer  02: Nicht-lineare Klassifikation mit K-Nearest Neighbor (KNN)  03: Hyperparameter-Optimierung  04: Merkmals-Extraktion und Pipelines  05: Modellbewertung (Metriken, Kreuzvalidierung)  06: Perzeptrons (Stochastischer Gradientenabstieg)  07: (Nicht-) Lineare Regression  08: Hauptkomponentenanalyse (PCA)  09: Clustering  10: Neuronale Netzwerke</p>
References Literatur	<p>Will be indicated in the respective course descriptions.  Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben.</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English.  Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	MLO
Title Titel	Machine Learning Operations Betrieb maschineller Lernsysteme
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students are able to operate a scalable, distributed infrastructure for machine learning. They are capable of using various tools and technologies for orchestration. In addition, they can efficiently deploy language models that can be used both in real time and in batch mode. They are able to apply common standards for model versioning, data management, and information security in the context of model deployment. Students are familiar with the principles of continuous integration and deployment (CI/CD) for machine learning and can implement them in a production environment. -- Die Studierenden können eine skalierbare, verteilte Infrastruktur für maschinelles Lernen betreiben. Sie sind dabei in der Lage, verschiedene Tools und Technologien für die Orchestrierung zu nutzen. Zudem können sie Sprachmodelle effizient bereitstellen, die sowohl in Echtzeit als auch im Batch-Modus genutzt werden. Sie sind in der Lage, gängige Standards für Modellversionierung, Datenmanagement und Informationssicherheit in der Modellbereitstellung zu berücksichtigen und umzusetzen. Die Studierenden sind mit den Prinzipien der kontinuierlichen Integration und Bereitstellung (CI/CD) für maschinelles Lernen vertraut und können dies in einer produktiven Umgebung umsetzen.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: PR4, DS2 Empfehlung: PR4, DS2
Level Niveaustufe	3rd semester 3. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (60 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:

	(1) Klausur (60 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. DevOps vs. MLOps</li> <li>2. Basic principles of microservice and cloud environments</li> <li>3. Container virtualization vs. full virtualization (Docker)</li> <li>4. Infrastructure as code (Ansible, Puppet, Terraform)</li> <li>5. Container orchestration (Kubernetes, Helm)</li> <li>6. Logging and monitoring (Prometheus, Grafana, OpenTelemetry)</li> <li>7. Continuous integration and deployment</li> <li>8. Machine learning orchestration and pipelining (Ray, Kubeflow, Airflow) <ul style="list-style-type: none"> <li>o Model serving</li> <li>o Distributed real-time and batch inference</li> <li>o Data pipelines</li> </ul> </li> <li>9. Data and model versioning</li> <li>10. Model and feature storage</li> <li>11. Deployment strategies (blue-green, canary, A/B testing, edge)</li> <li>12. Non-functional requirements <ul style="list-style-type: none"> <li>o Site reliability engineering</li> <li>o Identity and access management, model pipeline security</li> <li>o Model performance monitoring</li> <li>o Reproducibility and explainability</li> <li>o Cost optimization</li> </ul> </li> <li>13. Examples and case studies</li> </ol> <p>--</p> <p>01: DevOps vs. MLOps  02: Grundprinzipien von Microservices und Cloud-Umgebungen  03: Container-Virtualisierung vs. vollständige Virtualisierung (Docker)  04: Infrastruktur als Code (Ansible, Puppet, Terraform)  05: Container-Orchestrierung (Kubernetes, Helm)  06: Protokollierung und Überwachung (Prometheus, Grafana, OpenTelemetry)  07: CI/CD  08: Orchestrierung und Pipeline-Management für maschinelles Lernen (Ray, Kubeflow, Airflow): Modellbereitstellung, Verteilte Echtzeit- und Batch-Inferenz, Datenpipelines  09: Daten- und Modellversionierung  10: Modell- und Feature-Speicherung  11: Bereitstellungsstrategien (Blue-Green, Canary, A/B-Tests, Edge)  12: Nicht-funktionale Anforderungen: Site Reliability Engineering, Identitäts- und Zugriffsmanagement, Sicherheit von Modell-Pipelines, Modellleistungsüberwachung, Reproduzierbarkeit und Erklärbarkeit, Kostenoptimierung  13: Beispiele und Fallstudien</p>
References Literatur	<p>"Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems" by Niall Richard Murphy, Betsy Beyer, et al.  "Kubernetes Up &amp; Running: Dive into the Future of Infrastructure" by Kelsey Hightower, Brendan Burns, and Joe Beda  "Designing Machine Learning Systems" by Chip Huyen</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English.  Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	DTP
Title Titel	Data Protection and Bias Informationssicherheit
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	34 hrs. Presence, 116 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons) 34 Stunden Präsenz, 116 Stunden Selbststudium (2 SWS SU)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students gain a comprehensive understanding of national and international data protection laws, data privacy principles, and ethical considerations in this field. They learn to apply strategies for mitigating bias in data processing and machine learning systems to ensure fairness and transparency. In addition, students develop a critical understanding of common data protection regulations and their practical implications for handling and processing data. -- Die Studierenden erlangen ein umfassendes Verständnis der nationalen und internationalen Datenschutzgesetze, der Datenschutzprinzipien und von ethischen Überlegungen in diesem Bereich. Sie lernen, Strategien zur Minderung von Verzerrungen in der Datenverarbeitung und in maschinellen Lernsystemen anzuwenden, um Fairness und Transparenz zu gewährleisten. Die Studierenden entwickeln außerdem ein kritisches Verständnis für die gängigen Datenschutzgesetze und deren praktische Auswirkungen auf die Handhabung und Verarbeitung von Daten.
Pre-conditions Voraussetzungen	none keine
Level Niveaustufe	3rd semester 3. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons with student participation, written report (4 pages) Seminaristischer Unterricht mit studentischer Beteiligung, schriftliche Ausarbeitung (4 Seiten)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Group presentation (45 minutes); non-graded assessment or (2) Oral exam (30 min.); non-graded assessment  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Gruppenpräsentation (45 Minuten); Unbenotete Prüfung oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.); Unbenotete Prüfung
Contents Inhalte	1. Data protection o Basic principles (confidentiality, integrity, availability)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Data types and risk classes</li> <li>○ Privacy laws and regulation</li> <li>○ Privacy preservation (anonymization, pseudonymization)</li> <li>○ Practical examples</li> </ul> <p>2. Data bias</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Types and sources</li> <li>○ Mitigation strategies</li> <li>○ Metrics and visualization</li> <li>○ Ethical considerations</li> <li>○ Fairness vs. accuracy</li> <li>○ Specific problems in evolving systems (feedback loops, emerging bias)</li> <li>○ Examples from specific domains, such as health and justice</li> </ul> <p>3. Data governance in engineering projects</p> <p>4. Mitigation through explainable AI</p> <p>5. Mitigation through federated learning</p> <p>--</p> <p>01: Datenschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Grundprinzipien (Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit)</li> <li>○ Datentypen und Risikoklassen, Datenschutzgesetze und -vorschriften</li> <li>○ Datenschutzmaßnahmen (Anonymisierung, Pseudonymisierung)</li> <li>○ Praktische Beispiele</li> </ul> <p>02: Datenverzerrung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Arten und Quellen von Verzerrungen, Strategien zur Minderung von Verzerrungen</li> <li>○ Metriken und Visualisierung von Verzerrungen</li> <li>○ Ethische Überlegungen und Fairness vs. Genauigkeit</li> <li>○ Spezifische Probleme in lernenden Systemen (Feedback-Schleifen, Verzerrungen)</li> <li>○ Beispiele aus spezifischen Bereichen, wie Gesundheit und Justiz</li> </ul> <p>03: Daten-Gouvernance in Engineering Projekten</p> <p>04: Erklärbare KI</p> <p>05: Förderiertes Lernen</p>
References Literatur	<p>"Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy" by Cathy O'Neil</p> <p>"Fairness Definitions Explained" by Verma and Rubin (2018)</p> <p>"Algorithm Watch" (<a href="https://www.algorithmwatch.org">https://www.algorithmwatch.org</a>)</p> <p>"Data and Goliath: The Hidden Battles to Collect Your Data and Control Your World" by Bruce Schneier</p> <p>"BSI-Standard 200-2 IT-Grundschutz Methodology" by Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English.</p> <p>Das Modul wird auf Englisch angeboten</p>

Module ID Modulkürzel	MLA
Title Titel	Machine Learning Applications Anwendungen des Maschinellen Lernens
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students learn the fundamentals and methods of model development in machine learning using relevant application scenarios as examples. They develop a deep understanding of the different types of models and their use in real-world contexts, with a focus on the challenges and techniques required for the successful deployment of models. -- Die Studierenden lernen die Grundlagen und Methoden der Modellentwicklung im maschinellen Lernen am Beispiel relevanter Anwendungsszenarien. Sie entwickeln ein tiefes Verständnis für die verschiedenen Modelltypen und deren Anwendung in realen Kontexten, mit einem Fokus auf die Herausforderungen und Techniken, die für den erfolgreichen Einsatz von Modellen erforderlich sind.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: MLC Empfehlung: MLC
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (written exercise) Seminaristischer Unterricht, Übung (schriftliche Übungsaufgaben)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (60 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (60 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	1) Intro: Model development cycles (data acquisition, curation, iterative testing, evaluation, testing for robustness) 2) Intro: Product development (Building ML- or data products in agile teams) 3) Getting data for ML applications (practitioner's prototyping perspective, not MLOps angle):

	<p>a. Building basic crowdsourced annotation tasks, quality control  b. Active learning  c. Annotation frameworks (labelstudio, toloka, mturk, prolific, ...)  4) Tabular models I: Basic ML models, exploring scalability of models in MC course  5) Tabular models II: Trees, Forests  6) Tabular models III: Deep Learning, contrastive methods, generative methods, autoencoders  7) Text models I (simple linear ngram models, fasttext)  8) Text models II (BERT)  9) Text models III (LLMs)  10) Vision models I (ConvNets, Transformers for classification)  11) Vision models II Segmentation, Object detection)  12) Vision models III generative methods (Stable Diffusion, Multimodal / CLIP models)  --  01: Einführung: Modellentwicklungszyklen (Datenakquise, Kuratierung, iteratives Testen, Evaluation, Testen auf Robustheit)  02: Einführung: Produktentwicklung (Erstellung von ML- oder Datenprodukten in agilen Teams)  03: Datenbeschaffung für ML-Anwendungen in der Praxis  - Erstellung grundlegender Crowdsourcing-Annotierungsaufgaben, Qualitätskontrolle  - Aktives Lernen  - Annotierungs-Frameworks (Labelstudio, Toloka, MTurk, Prolific, ...)  04: Tabellarische Modelle I: Grundlegende ML-Modelle, Skalierbarkeit  05: Tabellarische Modelle II: Bäume, Wälder  06: Tabellarische Modelle III: Deep Learning, kontrastive Methoden, generative Methoden, Autoencoder  07: Textmodelle I (einfache lineare N-Gramm-Modelle, FastText)  08: Textmodelle II (BERT)  09: Textmodelle III (LLMs)  10: Vision-Modelle I (ConvNets, Transformer für Klassifikation)  11: Vision-Modelle II (Segmentierung, Objekterkennung)  12: Vision-Modelle III (generative Methoden, Stable Diffusion, Multimodale / CLIP-Modelle)</p>
References Literatur	Will be indicated in the respective course descriptions. Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben.
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	DMA
Title Titel	Data Mining Applications Anwendungen des Data Mining
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students learn to work with machine learning and data mining methods in practical applications. They gain a solid understanding of how data mining techniques are used for data processing and analysis across various application areas—ranging from data collection and model building to error detection and correction. -- Die Studierenden lernen den Umgang mit Methoden des maschinellen Lernens und Data Mining in praktischen Anwendungen. Sie erhalten einen fundierten Einblick in den Einsatz von Data Mining-Techniken zur Datenverarbeitung und -analyse in verschiedenen Anwendungsbereichen, von der Datensammlung über die Modellbildung bis hin zur Fehlererkennung und -bereinigung.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: MLC, ID2 Empfehlung: MLC, ID2
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises (written exercise) Seminaristischer Unterricht, Übung (schriftliche Übungsaufgaben)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (60 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (60 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	1) Data access through APIs 2) Data collection via web scraping 3) Tables I: Data Quality data (basic profiling, statistical approaches, anomaly detection) 4) Tables II: Explorative analyses with dashboards and notebooks (including some visualisation with sns, streamlit)

	<p>5) Tables III: Imputation, ML methods for error detection, cleaning</p> <p>6) Text data (overview large text corpora, techniques for curating text data for LLM training)</p> <p>7) Image data (benchmark data sets, augmentation strategies)</p> <p>8) Geospatial data, remote sensing data (collaboration with TUM/BGR/TU), standard formats, ML models</p> <p>9) Data pipelines (overlap w MLOps, but not necessarily with ML models downstream?)</p> <p>10) Unit tests for data (in production systems, in contrast to Tables I)</p> <p>11) Time series data (data formats, storage options, classical modeling options, also for imputation/forecasting)</p> <p>12) Synthetic data (text, images and tables) - use cases, quality metrics, privacy considerations</p> <p>--</p> <p>01: Datenzugriff über APIs</p> <p>02: Datensammlung mittels Web Scraping</p> <p>03: Tabellen I: Datenqualität (Basisprofiling, statistische Ansätze, Anomalieerkennung)</p> <p>04: Tabellen II: Explorative Analysen mit Dashboards und Notebooks</p> <p>05: Tabellen III: Imputation, ML-Methoden zur Fehlererkennung, Datenbereinigung</p> <p>06: Textdaten (Überblick über große Textkorpora, Techniken zur Kuratierung von Textdaten für das Training von LLMs)</p> <p>07: Bilddaten (Benchmark-Datensätze, Augmentierungsstrategien)</p> <p>08: Geodaten, Fernerkundungsdaten, Standardformate, ML-Modelle</p> <p>09: Datenpipelines auf der Anwendungsebene</p> <p>10: Unit-Tests für Daten</p> <p>11: Zeitreihendaten (Datenformate, Speicheroptionen, klassische Modellierungsoptionen, auch für Imputation/Prognosen)</p> <p>12: Synthetische Daten (Text, Bilder und Tabellen) - Anwendungsfälle, Qualitätsmetriken, Datenschutzüberlegungen</p>
References Literatur	<p>Will be indicated in the respective course descriptions. Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben.</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	CT1
Title Titel	Computational Tools in Engineering 1 Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 1
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	The students know elementary mathematical functions and their properties as well as basic concepts of two- and three-dimensional vector spaces. The students can apply their knowledge on the computer, carry out calculations and visualize important aspects. Students can use technical terms from mathematical fundamentals of engineering disciplines to communicate with application areas. -- Die Studierenden kennen elementare mathematische Funktionen und deren Eigenschaften sowie grundlegende Konzepte zweidimensionaler und dreidimensionaler Vektorräume. Sie sind in der Lage, dieses Wissen am Computer anzuwenden, Berechnungen durchzuführen und wichtige Aspekte zu visualisieren. Zudem können sie technische Begriffe aus den mathematischen Grundlagen der Ingenieurdisziplinen nutzen, um mit den Anwendungsbereichen zu kommunizieren. Studierende lernen, wie sie numerische Methoden und Visualisierungstools einsetzen, um komplexe mathematische Probleme zu bearbeiten und Ergebnisse zu interpretieren.
Pre-conditions Voraussetzungen	none keine
Level Niveaustufe	1st semester 1. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (programming exercises with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) written exam (90 min.) or (2) oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)

<p>Contents Inhalte</p>	<p>01: What is a function? 02: Power functions and polynomials 03: Exponential and logarithm 04: Trigonometric functions 05: Special functions like sigmoids 06: Combining and chaining functions 07: Vectors in <math>R^2</math> and <math>R^3</math> 08: Vector Operations 09: Length, distance, angle 10: Matrices for <math>R^2</math> and <math>R^3</math>, Linear maps 11: Matrix Operations 12: Geometric interpretations and applications: lines and planes</p> <p>Exercises with suitable and widely used software such as Python, matplotlib, NumPy, Pandas and SymPy.</p> <p>--</p> <p>01: Was ist eine Funktion? 02: Potenzfunktionen und Polynome 03: Exponential- und Logarithmusfunktionen 04: Trigonometrische Funktionen 05: Besondere Funktionen wie Sigmoide 06: Kombinieren und Verknüpfen von Funktionen 07: Vektoren in <math>R^2</math> und <math>R^3</math> 08: Vektoroperationen 09: Länge, Abstand, Winkel 10: Matrizen für <math>R^2</math> und <math>R^3</math>, Lineare Abbildungen 11: Matrixoperationen 12: Geometrische Interpretationen und Anwendungen: Geraden und Ebenen</p> <p>Übungen werden durchgeführt mit geeigneter und weit verbreiteter Software wie Python, matplotlib, NumPy, Pandas und SymPy.</p>
<p>References Literatur</p>	<p>Mathematics for Machine Learning, By Marc Deisenroth et. al.</p>
<p>Further notes Weitere Hinweise</p>	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	CT2
Title Titel	Computational Tools in Engineering 2 Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 2
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Mathematical and Scientific Foundations Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students are able to transfer fundamental concepts from the first part of the course to higher dimensions and perform computations using a computer. They understand how to apply derivatives of real-valued functions. Using linear regression, students learn to interpret functions as models for data. They can use technical terminology from the mathematical foundations of engineering disciplines to communicate within application domains. Students are capable of understanding and applying complex mathematical models, particularly in the fields of data analysis and modeling. -- Die Studierenden können grundlegende Konzepte aus dem ersten Teil auf höhere Dimensionen übertragen und Berechnungen am Computer durchführen. Sie wissen, wie man Ableitungen von realen Funktionen verwendet. Anhand der linearen Regression lernen die Studierenden Funktionen als Modelle für Daten kennen. Sie können technische Begriffe aus den mathematischen Grundlagen der Ingenieurdisziplinen nutzen, um mit den Anwendungsbereichen zu kommunizieren. Studierende sind in der Lage, komplexe mathematische Modelle zu verstehen und anzuwenden, insbesondere in den Bereichen der Datenanalyse und Modellierung.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: CT1, MAP Empfehlung: CT1, MAP
Level Niveaustufe	2nd semester 2. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (group projects with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Gruppenprojektarbeiten mit Rücksprachen)
Status	Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	every summersemester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) written exam (90 min.) or (2) oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)

Contents Inhalte	<p>01: Vectors and Matrices for <math>R^n</math> 02: Tensors 03: Functions of multiple variables 04: What is a derivative? 05: Important functions and their derivative 06: Partial derivatives 07: Functions as models for data 08: Linear regression 09: Quality metrics 10: Integration 11: Eigenvalues 12: Outlook: Vector valued functions</p> <p>Exercises with suitable and widely used software such as Python, matplotlib, NumPy, Pandas and SymPy.</p> <p>--</p> <p>01: Vektoren und Matrizen für <math>R^n</math> 02: Tensoren 03: Funktionen mehrerer Variablen 04: Was ist eine Ableitung? 05: Wichtige Funktionen und deren Ableitung 06: Partielle Ableitungen 07: Funktionen als Modelle für Daten 08: Lineare Regression 09: Qualitätsmetriken 10: Integration 11: Eigenwerte 12: Ausblick: Vektorwertige Funktionen</p> <p>Übungen werden mit geeigneter und weit verbreiteter Software wie Python, matplotlib, NumPy, Pandas und SymPy durchgeführt.</p>
References Literatur	Mathematics for Machine Learning, By Marc Deisenroth et. al.
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	MAP
Title Titel	Math for Programmers Mathematik für Programmierung
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Mathematical and Scientific Foundations Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students are familiar with the fundamental concepts of logic and can formally describe simple scenarios. They are acquainted with the notation and have studied important elementary structures of sets. Students learn about the connections to programming and are able to implement practical examples in which they apply logic and set theory to basic data structures on a computer, thereby preparing them for database courses. They understand how logical and set-based concepts can be integrated into programming environments such as Python and Pandas to develop efficient data structures and algorithms. -- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Logik und können einfache Sachverhalte formal beschreiben. Sie sind mit der Notation vertraut und haben sich mit wichtigen, elementaren Strukturen von Mengen beschäftigt. Die Studierenden lernen die Beziehungen zur Programmierung kennen, können praktische Beispiele umsetzen, bei denen sie Logik und Mengentheorie auf grundlegende Datenstrukturen am Computer anwenden, und sind somit auf die Datenbankkurse vorbereitet. Sie verstehen, wie logische und mengenbasierte Konzepte in Programmierumgebungen wie Python und Pandas integriert werden können, um effiziente Datenstrukturen und Algorithmen zu entwickeln.
Pre-conditions Voraussetzungen	none keine
Level Niveaustufe	1st semester 1. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (programming exercise with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:  (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  <i>The grade for this module is not included in the overall grade.</i>

	<p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p> <p>(1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)</p> <p>Die Note für dieses Modul geht nicht in die Gesamtnote ein.</p>
<p>Contents Inhalte</p>	<p>01: Propositional Logic 02: Operators and Functions in Logic 03: Equivalence and Implication 04: Predicate Logic 05: Quantifiers 06: Naive Sets and Their Operations 07: Cardinality and Important Sets 08: Propositions and Functions 09: Combinatorics of Finite Sets 10: Relations 11: Equivalence Relations and Order Relations 12: Relations as Tables, Matrices, and Graphs</p> <p>The exercises focus on syntax and formalization. Students participate in practical exercises where they apply logic and set theory to basic data structures on the computer, for example using Python and Pandas. Specific topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyzing elementary and compound propositional logic statements</li> <li>- Testing for logical equivalence and implication</li> <li>- Creating and managing sets and tabular data (with predicates, with quantifiers, through linking, and through applying set operations)</li> <li>- Visualization using truth tables, graphs, or matrices</li> </ul> <p>--</p> <p>01: Aussagenlogik 02: Operatoren und Funktionen in der Logik 03: Äquivalenz und Implikation 04: Prädikatenlogik 05: Quantoren 06: Naive Mengen und deren Operationen 07: Kardinalität und wichtige Mengen 08: Aussagen und Funktionen 09: Kombinatorik endlich vieler Mengen 10: Relationen 11: Äquivalenzrelationen und Ordnungsrelationen 12: Relationen als Tabellen, Matrizen und Graphen</p> <p>Die Übungen konzentrieren sich auf Syntax und Formalisierungen. Die Studierenden nehmen an praktischen Übungen teil, bei denen sie Logik und Mengentheorie auf grundlegende Datenstrukturen am Computer anwenden, zum Beispiel in Python und Pandas. Spezifische Themen beinhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchen von elementaren und zusammengesetzten aussagenlogischen Sätzen</li> <li>- Testen auf logische Äquivalenz und Implikation</li> <li>- Erstellen und Verwalten von Mengen und tabellarischen Daten (mit Prädikaten, mit Quantoren, durch Verknüpfen, durch Anwenden von Mengenoperationen)</li> <li>- Visualisieren mit Wertetabellen, als Graph oder Matrix</li> </ul>
<p>References Literatur</p>	<p>Discrete Mathematics and Its Applications, By Kenneth Rosen Discrete Mathematics with Applications, By Susanna Epp Mathematics for Computer Science, By Eric Lehman et. al.</p>

	Pandas 1.x Cookbook, Practical Recipes for Scientific Computing, Time Series Analysis, and Exploratory Data Analysis Using Python, By Matt Harrison, Theodore Petrou · Effective Pandas Patterns for Data Manipulation, By Matt Harrison Python for Data Analysis - Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Jupyter, By Wes McKinney
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	ID1
Title Titel	Information from Data 1 Informationen aus Daten 1
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students systematically learn how to extract, analyze, and summarize information from data. This involves the application of descriptive statistics, visualization, and data validation. Knowledge of data properties, appropriate statistical measures, and visualizations provides the foundation for aggregating and communicating information. Based on the concepts taught (with programming exercises in Python), students are able to assess data quality in order to carry out quality assurance during data processing. -- Die Studierenden lernen systematisch, wie sie Informationen aus Daten extrahieren, analysieren und zusammenfassen können. Dabei werden deskriptive Statistik, Visualisierung und Datenvalidierung angewandt. Das Wissen über die Eigenschaften von Daten, geeignete statistische Maßzahlen und Visualisierungen bildet die Grundlage, um Informationen zu aggregieren und zu kommunizieren. Basierend auf den vermittelten Konzepten (mit Programmierübungen in Python) können Studierende die Qualität von Daten bewerten, um Qualitätssicherung bei der Verarbeitung von Daten durchzuführen.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: MAP Empfehlung: MAP
Level Niveaustufe	2nd semester 2. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (programming exercise with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (90 min.) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Klausur (90 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)

<p>Contents Inhalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Properties: Understanding different levels of measurement (nominal, ordinal, interval, and ratio scales) and distinguishing between discrete and continuous data.</li> <li>- Data Preparation and Structuring: Techniques for preparing, merging, and structuring data for downstream analysis, including filtering and aggregation.</li> <li>- Univariate Data Analysis: Calculation and visualization of frequencies, empirical distributions, and measures of central tendency and dispersion (e.g., mean, quantiles, variance, standard deviation, interquartile range).</li> <li>- Multivariate Data Analysis: Examination of relationships between variables (similarity, correlation, independence) and multivariate visualization (e.g., scatterplots, heatmaps).</li> <li>- Data Validation: Identification and handling of outliers, as well as the execution of plausibility checks. Application of techniques for data validation and quality assurance.</li> <li>- Descriptive Time Series Analysis: Visualization of time series data to identify patterns, trends, and structural breaks.</li> <li>- Exercises are conducted on real-world datasets using Python.</li> <li>--</li> <li>- Eigenschaften von Daten: Verständnis der verschiedenen Messniveaus (Nominal-, Ordinal-, Intervall- und Verhältnisskalen) und Unterscheidung zwischen diskreten und stetigen Daten.</li> <li>- Datenaufbereitung und -strukturierung: Techniken zur Aufbereitung, Zusammenführung und Strukturierung von Daten für nachgelagerte Analysen, einschließlich Filterung und Aggregation.</li> <li>- Univariate Datenanalyse: Berechnung und Visualisierung von Häufigkeiten, empirischen Verteilungen, Lage- und Streuungsparameter (z.B. Mittelwerte, Quantile, Varianz, Standardabweichung, Interquartilsabstand).</li> <li>- Multivariate Datenanalyse: Untersuchung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Variablen (Ähnlichkeit, Korrelation, Unabhängigkeit) und multivariate Visualisierung (z.B. Scatterplots, Heatmaps).</li> <li>- Datenvalidierung: Identifikation von und Umgang mit extremen Werten sowie Durchführung von Plausibilitätsprüfungen. Anwendung von Techniken zur Validierung und Qualitätssicherung der Daten.</li> <li>- deskriptive Zeitreihenanalyse: Visualisierung von Zeitreihendaten zur Identifikation von Mustern, Trends und Strukturbrüchen.</li> <li>- Die Übungen werden an realen Datensätzen unter Verwendung von Python durchgeführt.</li> </ul>
<p>References Literatur</p>	<p>Practical Statistics for Data Scientists, 2nd Edition by Peter Bruce, Andrew Bruce, Peter Gedeck, May 2020, O'Reilly Media, Inc. <a href="https://www.oreilly.com/library/view/practical-statistics-for/9781492072935/">https://www.oreilly.com/library/view/practical-statistics-for/9781492072935/</a> Think Stats, 2nd Edition by Allen B. Downey, October 2014, O'Reilly Media, Inc. <a href="https://www.oreilly.com/library/view/think-stats-2nd/9781491907344/">https://www.oreilly.com/library/view/think-stats-2nd/9781491907344/</a> Python for Data Analysis, 3rd Edition by Wes McKinney, August 2022, O'Reilly Media, <a href="https://www.oreilly.com/library/view/python-for-data/9781098104023/">https://www.oreilly.com/library/view/python-for-data/9781098104023/</a></p>
<p>Further notes Weitere Hinweise</p>	<p>The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.</p>

Module ID Modulkürzel	ID2
Title Titel	Information from Data 2 Informationen aus Daten 2
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific basics Fachspezifische Grundlagen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students gain knowledge in the areas of sampling theory, inferential statistics, and data modeling. The causes and mechanisms that can lead to biased or erroneous data are discussed. Key concepts for identifying and avoiding such sources of error are introduced. To identify, separate, and interpret random and systematic relationships within data, inferential statistical concepts for statistical data modeling are examined. Based on the acquired knowledge, data engineers will be able to successfully collaborate with other stakeholders such as data scientists, statisticians, or business analysts in practice. -- Studierende erlangen Kenntnisse zu den Themen Stichprobentheorie, Inferenzstatistik und Modellierung von Daten. Es werden Ursachen und Mechanismen diskutiert, die zu verzerrten und fehlerhaften Daten führen können. Wichtige Konzepte zur Identifikation und Vermeidung solcher Fehlerquellen werden eingeführt. Um zufällige und systematische Zusammenhänge zwischen Daten identifizieren, separieren und interpretieren zu können, werden inferenz-statistische Konzepte zur statistischen Modellierung von Daten erörtert. Basierend auf dem erlangten Wissen können Dateningenieure eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit anderen Stakeholdern wie Data Scientists, Statistikern oder Business-Analysten in der Praxis umsetzen.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: ID1 Empfehlung: ID1
Level Niveaustufe	3rd semester 3. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Lab exercises (programming exercise with discussion and feedback) Seminaristischer Unterricht, Laborübung (Programmierübungen mit Rücksprachen)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every winter semester jedes Wintersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) Written exam (60 min.) or (2) Oral exam (30 min.)

	<p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p> <p>(1) Klausur (60 Min.) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)</p>
<p>Contents Inhalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Sampling:</b> Introduction to concepts of sampling theory, the importance of sample representativeness, and how to handle bias.</li> <li>- <b>Experimental Designs:</b> Overview of various experimental designs for systematic, unbiased data collection in causal analytical contexts.</li> <li>- <b>Probability, Random Variables, and Distributions:</b> Understanding of fundamental probability distributions and their applications. Concepts such as random variables, expected values, and variance are introduced.</li> <li>- <b>Confidence Intervals and Inference Tests:</b> Application of inferential statistical methods, including the calculation of confidence intervals and the execution of hypothesis tests to identify significant relationships. Techniques such as bootstrapping are explained to quantify estimation uncertainty.</li> <li>- <b>Data Modeling with Linear Models and Model-Based Forecasting:</b> Introduction to (linear) regression approaches for modeling and predicting data, including the estimation and interpretation of model parameters.</li> <li>- <b>Information and Entropy:</b> Introduction of entropy as a measure of disorder and information content in data. Introduction of key metrics such as cross-entropy and likelihood to evaluate models based on information-theoretic concepts.</li> <li>- The exercises are conducted with real-world datasets using Python.</li> <li>--</li> <li>- <b>Stichprobenziehung:</b> Einführung in Konzepte der Stichprobentheorie, Bedeutung der Repräsentativität von Stichproben und der Umgang mit Verzerrungen.</li> <li>- <b>Experimentelle Designs:</b> Überblick über verschiedene experimentelle Designs zur systematischen, unverzerrten Datenerhebung bei kausalanalytischen Fragestellungen.</li> <li>- <b>Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariablen und Verteilungen:</b> Verständnis grundlegender Wahrscheinlichkeitsverteilungen und deren Anwendungen. Die Konzepte von Zufallsvariablen, Erwartungswerten und Varianz werden eingeführt.</li> <li>- <b>Konfidenzintervalle und Inferenztests:</b> Anwendung von inferenzstatistischen Methoden, einschließlich der Berechnung von Konfidenzintervallen und Durchführung von Hypothesentests, um signifikante Zusammenhänge zu identifizieren. Techniken wie Bootstrapping werden erläutert, um die Unsicherheit von Schätzungen zu quantifizieren.- <b>Modellierung von Daten mit linearen Modellen und modellbasierte Prognosen:</b> Einführung in (lineare) Regressionsansätze zur Modellierung und Vorhersage von Daten, einschließlich der Schätzung und Interpretation von Modellparametern.</li> <li>- <b>Information und Entropie:</b> Vorstellung der Entropie als Maß für Unordnung und Informationsgehalt in Daten. Einführung wichtiger Metriken wie Kreuzentropie und Likelihood zur Bewertung von Modellen basierend auf informationstheoretischen Konzepten.</li> </ul> <p>Die Übungen werden mit realen Datensätzen unter Verwendung von Python durchgeführt.</p>

References Literatur	Practical Statistics for Data Scientists, 2nd Edition by Peter Bruce, Andrew Bruce, Peter Gedeck, May 2020, O'Reilly Media, Inc. <a href="https://www.oreilly.com/library/view/practical-statistics-for/9781492072935/">https://www.oreilly.com/library/view/practical-statistics-for/9781492072935/</a> Think Stats, 2nd Edition by Allen B. Downey, October 2014, O'Reilly Media, Inc. <a href="https://www.oreilly.com/library/view/think-stats-2nd/9781491907344/">https://www.oreilly.com/library/view/think-stats-2nd/9781491907344/</a> Python for Data Analysis, 3rd Edition by Wes McKinney, August 2022, O'Reilly Media, <a href="https://www.oreilly.com/library/view/python-for-data/9781098104023/">https://www.oreilly.com/library/view/python-for-data/9781098104023/</a>
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	PRD
Title Titel	Paper Reading Seminar Wissenschaftliche Veröffentlichungen
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	34 hrs. Presence, 116 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons) 34 Stunden Präsenz, 116 Stunden Selbststudium (2 SWS SU)
Applicability Verwendbarkeit	Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students are able to critically analyze, evaluate, and discuss scientific publications in the field of data processing. They can independently deepen their understanding of distributed data processing, data architectures, and the latest developments in machine learning and artificial intelligence by engaging with scientific and engineering literature. In addition, students are enabled to combine language proficiency with technical content and to foster the synthesis of subject-specific knowledge and social skills through discussions and presentations. -- Studierende können wissenschaftliche Arbeiten im Bereich der Datenverarbeitung kritisch analysieren, bewerten und diskutieren. Sie können ihr Verständnis für verteilte Datenverarbeitung, Datenarchitekturen sowie neueste Entwicklungen in den Bereichen maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz selbständig anhand von wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Publikationen vertiefen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, ihre Sprachkompetenz mit technischen Inhalten zu verbinden und die Synthese von Fachwissen und Sozialkompetenzen durch Diskussionen und Präsentationen zu fördern.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendations: DB3, MLA, DMA Empfohlen: DB3, MLA, DMA
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons Seminarunterricht
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) group presentation (45 minutes); non-graded assessment or (2) Oral exam (30 min.); non-graded assessment  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:  (1) Gruppenpräsentation (45 Minuten); Unbenotete Prüfung

	oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.); Unbenotete Prüfung
Contents Inhalte	<p>Key scientific, peer-reviewed publications on following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Scalable Distributed Data Processing: Theory and practice for the efficient processing of large volumes of data in distributed systems.</li> <li>○ Scalable Distributed Data Storage: Research and techniques for the secure, scalable storage and management of data in distributed environments.</li> <li>○ Theoretical Foundations of Distributed Systems: Introduction to the theoretical concepts of distributed systems.</li> <li>○ Current Trends in Machine Learning and Artificial Intelligence: Examination of the latest advances in machine learning, neural networks, and AI technologies, as well as their practical applications.</li> <li>○ Ethical and Practical Considerations in Data Processing: Discussions on the ethical challenges in information processing, including data protection, bias, and the responsibilities of developers.</li> <li>○ Trends in Data Processing: Exploration of new and emerging technologies and concepts that could shape the field of data processing in the coming years.</li> </ul> <p>--</p> <p>Wichtige Veröffentlichungen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Skalierbare verteilte Datenverarbeitung: Theorien und Technologien zur effizienten Verarbeitung von großen Datenmengen in verteilten Systemen.</li> <li>○ Skalierbare verteilte Datenspeicherung: Forschung und Techniken zur sicheren, skalierbaren Speicherung und Verwaltung von Daten in verteilten Umgebungen</li> <li>○ Theoretische Grundlagen verteilter Systeme: Einführung in die theoretischen Konzepte von verteilten Systemen</li> <li>○ Aktuelle Trends in maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz: Untersuchungen der neuesten Fortschritte in den Bereichen maschinelles Lernen, neuronale Netze und KI-Technologien sowie in der praktischen Anwendung</li> <li>○ Ethische und praktische Überlegungen in der Datenverarbeitung: Diskussionen über die ethischen Herausforderungen in der Informationsverarbeitung, einschließlich Datenschutz, Bias sowie Verantwortung der Entwicklerinnen und Entwickler</li> <li>○ Trends im Bereich Datenverarbeitung: Betrachtung neuer und aufkommender Technologien und Konzepte, welche das Feld der Datenverarbeitung in den kommenden Jahren prägen könnten.</li> </ul>
References Literatur	Subject-specific, depending on the project Fachspezifisch, projektabhängig
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	INT
Title Titel	Internship Praxisprojekt
Credit Points Leistungspunkte	30 CP
Workload	864 hrs. working at the company (24 weeks á 36 hrs. per week), 36 hrs. self-study 864 Std. Präsenz im Betrieb (24 Wochen 36 Std. pro Woche), 36 Std. Selbststudium
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific specialisation Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Application and deepening of the knowledge and skills acquired from the 1st until 4th semesters in a practical project within a company. This includes both professional competencies as well as social, communicative, and personal skills. -- Anwendung und Vertiefung der im 1. bis 4. Fachsemester erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten in einem Praxisprojekt in einem Betrieb/ einer Firma. Dazu zählen sowohl fachliche Kompetenzen als auch soziale, kommunikative und persönlichen Kompetenzen.
Pre-conditions Voraussetzungen	see current university regulations for internships siehe jeweils gültige Ordnung für die Praxisphase
Level Niveaustufe	5th semester 5. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Internship at a company Betriebliche Arbeit
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every semester jedes Semester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Certificate from the internship hosting organization and colloquium (60 min.) Zeugnis der Praktikumsstelle und Kolloquium (60 Min.)
Contents Inhalte	The content is determined by the respective project, which is carried out in accordance with the internship regulations of the university. A preliminary assessment of the quality of the company and the tasks to be performed is conducted by the faculty's internship coordinators. Each student is assigned a university instructor who supervises the practical phase academically. -- Die Inhalte richten sich nach dem jeweiligen Projekt, welches im Einklang mit den Praktikumsverordnungen der Hochschule realisiert wird. Eine Vorprüfung der Qualität des Betriebes sowie der durchzuführenden Aufgaben erfolgt durch die Praxisbeauftragten des Fachbereichs. Den Studierenden wird jeweils ein*e Hochschullehrer*in zugewiesen, der*die die Praxisphase wissenschaftlich begleitet.

Literatur	Depends on the area of internship Fachspezifisch, projektabhängig
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	BTC
Title Titel	Bachelor's Thesis Colloquium Kolloquium zur Bachelorarbeit
Credit Points Leistungspunkte	3 CP
Workload	17 hrs. Presence, 73 hrs. Self-study (1 contact hour per week exercise) 17 Stunden Präsenz, 73 Stunden Selbststudium (1 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-specific specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Upon successful completion of the module, students can:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- present and defend their own work in a structured and professional manner before a peer audience;</li> <li>- critically evaluate their own work as well as the work of other students based on defined academic criteria;</li> <li>- reflect analytically on their work in the context of comparable projects and disciplinary standards;</li> <li>- derive constructive insights from peer feedback and integrate these systematically into their own work and development process.</li> </ul> <p>--</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ihre eigene Arbeit strukturiert und fachlich angemessen vor einem Fachpublikum zu präsentieren und zu verteidigen;</li> <li>- die eigene Arbeit sowie die Arbeiten anderer Studierender anhand definierter fachlicher Kriterien kritisch zu bewerten;</li> <li>- die eigene Arbeit im Kontext vergleichbarer Projekte und fachlicher Standards analytisch zu reflektieren;</li> <li>- konstruktive Erkenntnisse aus dem Peer-Feedback abzuleiten und systematisch in den eigenen Arbeits- und Entwicklungsprozess zu integrieren.</li> </ul>
Pre-conditions Voraussetzungen	This module is automatically assigned to all students upon commencement of their Bachelor's thesis Dieses Modul wird allen Studierenden mit Beginn der Bachelorarbeit verbindlich zugeordnet
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Colloquium; student presentations with structured group feedback (three presentations of approximately 15–30 minutes each) Kolloquium; studentische Präsentationen mit strukturiertem Gruppenfeedback (drei Präsentationen mit einer Dauer von jeweils ca. 15–30 Minuten)
Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every semester jedes Semester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/	Credit points for the module are awarded upon successful completion of the three required presentations

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach erfolgreicher Durchführung der drei vorgesehenen Präsentationen.
Contents Inhalte	<p>The module comprises structured presentations of the students' Bachelor's thesis projects at defined stages of progress. Students present their research questions, methodological approach, interim results, and challenges encountered. The colloquium includes moderated peer discussion and systematic feedback, focusing on academic standards, methodological rigor, argumentation, and presentation quality. Emphasis is placed on critical reflection, constructive peer review, and the integration of feedback into the ongoing thesis process.</p> <p>--</p> <p>Das Modul umfasst strukturierte Präsentationen der Bachelorarbeitsprojekte zu definierten Bearbeitungsständen. Die Studierenden stellen Fragestellung, methodisches Vorgehen, Zwischenstände der Ergebnisse sowie auftretende Herausforderungen dar. Im Rahmen des Kolloquiums erfolgen moderierte Fachdiskussionen und systematisches Peer-Feedback mit Blick auf wissenschaftliche Standards, methodische Stringenz, Argumentationslogik und Darstellungsqualität. Im Mittelpunkt stehen die kritische Reflexion, die konstruktive Begutachtung sowie die Integration der Rückmeldungen in den weiteren Bearbeitungsprozess der Bachelorarbeit.</p>
References Literatur	<b>Subject-specific, depending on the project</b> Fachspezifisch, projektabhängig
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.

Module ID Modulkürzel	BTX
Title Titel	Bachelor's Thesis and Final Exam Bachelorarbeit und Abschlussprüfung
Credit Points Leistungspunkte	12 CP 12 LP
Workload	360 hours (300 h bachelor's thesis and 60 h preparation for the oral exam) 360 Stunden (300 h Abschlussarbeit und 60 h Vorbereitung und Durchführung der mündlichen Abschlussprüfung)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Study specific specialisation Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p><b>Bachelor Thesis:</b> Independent completion of engineering project under the supervision of a faculty member. The graduate possesses solid knowledge in the subject areas to which the thesis topic belongs and can address a topic from these areas within a given deadline using engineering methods, preparing a written report, and presenting and justifying the results orally and independently.</p> <p><b>Final Oral Exam:</b> The examination aims to determine whether the student has solid knowledge in the relevant subject areas and is able to independently justify the respective results.</p> <p>--</p> <p><b>Bachelorarbeit:</b> Selbstständige Bearbeitung eines ingenieurwissenschaftlichen Projekts unter Betreuung einer Lehrkraft. Der*Die Absolvent*in besitzt gesichertes Wissen in den Fachgebieten, denen die Abschlussarbeit thematisch zugeordnet ist und ist in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema aus diesen Fachgebieten nach ingenieurwissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten, schriftlich aufzubereiten sowie die Ergebnisse der Abschlussarbeit mündlich zu präsentieren und selbstständig zu begründen.</p> <p><b>Mündliche Abschlussprüfung:</b> Durch die Abschlussprüfung soll festgestellt werden, ob der/die Studierende gesichertes Wissen in den Fachgebieten, denen die Abschlussarbeit thematisch zugeordnet ist, besitzt und fähig ist, die jeweiligen Ergebnisse selbstständig zu begründen.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	<p>Admission in accordance with the applicable General Study and Examination Regulations and §7(2) of the Study and Examination Regulations for the Bachelor's degree program in Data Engineering.</p> <p>--</p> <p>Zulassung gemäß geltender Rahmenstudien- und -prüfungsordnung und §7(2) der Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Data Engineering.</p>
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	<p>Independent work on a scientific topic with a written thesis. Supervision is provided in accordance with § 29 (7) RSPO by the supervisor of the bachelor's thesis.</p> <p>--</p> <p>Selbstständige Bearbeitung eines wissenschaftlichen Themas mit schriftlicher Ausarbeitung. Die Betreuung erfolgt gemäß § 29 (7) RSPO durch den/die Betreuer*in der Bachelor-Arbeit</p>

Status	Compulsory module Pflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every semester jedes Semester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>Bachelor's Thesis: Maximum of 14,000 words or approximately 18 pages in ACM format. The developed source code is part of the bachelor's thesis but is not included in the word or page count. Duration: see Study and Examination Regulations (StPrO).</p> <p>Final Oral Exam: Presentation (approx. 15–30 minutes) and oral examination (approx. 15–30 minutes).</p> <p>--</p> <p>Bachelorarbeit: Maximal 14.000 Wörter oder ca. 18 Seiten im ACM-Format. Entwickelter Quelltext ist Bestandteil der Bachelorarbeit, zählt jedoch nicht zur Seiten- oder Wörterzahl hinzu. Dauer: s. StPrO.</p> <p>Mündliche Abschlussprüfung: Präsentation (ca. 15-30 min) und mündliche Prüfung (ca. 15-30 min)</p>
Contents Inhalte	<p>Bachelor's Thesis: Theoretical and/or experimental work addressing practical, real-world problems.</p> <p>Final Oral Exam: Defense of the bachelor's thesis and its results in a critical discussion; use of presentation techniques. The oral examination focuses primarily on the subject areas related to the thesis.</p> <p>--</p> <p>Bachelorarbeit: Theoretische und/oder experimentelle Arbeit zur Lösung praxisnaher Problemstellungen</p> <p>Mündliche Abschlussprüfung: Verteidigung der Bachelorarbeit und ihrer Ergebnisse in kritischer Diskussion; Präsentationstechniken. Die mündliche Abschlussprüfung orientiert sich schwerpunktmäßig an den Fachgebieten der Abschlussarbeit.</p>
Literatur	Subject specific Fachspezifisch
Further notes Weitere Hinweise	<p>Bachelor's Thesis: The module is offered in English. Upon agreement between the candidate and the examination committee, the bachelor's thesis may also be written in German.</p> <p>Final Oral Exam: The module is offered in English. Upon agreement between the candidate and the examination committee, the final examination may also be conducted in German.</p> <p>--</p> <p>Bachelorarbeit: Das Modul wird auf Englisch angeboten. Nach Vereinbarung zwischen zu prüfender Person und Prüfungskommission kann die Bachelorarbeit auch auf Deutsch erfolgen.</p> <p>Abschlussprüfung:</p>

	Das Modul wird auf Englisch angeboten. Nach Vereinbarung zwischen Prüfling und Prüfungskommission kann die Abschlussprüfung auch auf Deutsch erfolgen.
--	--

Module ID Modulkürzel	ES1, ES2, ES3, ES4, ES5
Title Titel	Elective Subject 1, Elective Subject 2, Elective Subject 3, Elective Subject 4, Elective Subject 5 Wahlpflichtmodul 1, Wahlpflichtmodul 2, Wahlpflichtmodul 3, Wahlpflichtmodul 4, Wahlpflichtmodul 5
Credit Points Leistungspunkte	5 CP (4 contact hours per week exercise) - for each of Elective Subjects 5 LP (4 SWS Ü) - für jedes der Wahlpflichtmodule
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. self-study 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>The goal of Elective Subjects 1 through 3, which are offered in the fourth study semester, is primarily to provide students with the opportunity to learn how theoretical concepts and knowledge can be applied to solve real, data-driven problems rooted in various vertical domains, such as life sciences or smart building infrastructure. It is recommended that students select elective modules (see list of elective modules below) that are designed for the fourth semester for ES1 through ES3.</p> <p>Elective Subjects 4 and 5 are offered in the sixth study semester and aim to give students the opportunity to deepen their knowledge in program- and subject-specific areas such as Deep Learning or Large Language Models. These electives also serve as a bridge to the Master's program for students who wish to pursue an academic path. It is recommended that students select elective modules targeting the sixth semester for ES4 and ES5 (see list of elective modules below).</p> <p>--</p> <p>Das Ziel der Wahlpflichtmodule 1 bis 3, die im vierten Fachsemester angeboten werden, besteht in erster Linie darin, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, zu lernen, wie sich theoretische Konzepte und Kenntnisse auf reale, datengetriebene Problemstellungen in verschiedenen Anwendungsdomänen – etwa den Lebenswissenschaften oder der intelligenten Gebäudetechnik – anwenden lassen. Es wird empfohlen, für ES1 bis ES3 Wahlpflichtmodule zu wählen (siehe untenstehende Liste), die speziell für das vierte Semester vorgesehen sind.</p> <p>Die Wahlpflichtmodule 4 und 5 werden im sechsten Fachsemester angeboten und sollen den Studierenden die Gelegenheit geben, ihr Wissen in programmspezifischen Bereichen wie Deep Learning oder Large Language Models zu vertiefen. Gleichzeitig bieten sie eine Möglichkeit, den Übergang in ein Masterstudium vorzubereiten, für Studierende, die eine akademische Laufbahn anstreben. Es wird empfohlen, für ES4 und ES5 Wahlpflichtmodule zu wählen (siehe untenstehende Liste), die auf das sechste Semester ausgerichtet sind.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommended: PR4, DB2, DS2, MLO, MLC, ID2 Empfehlung: PR4, DB2, DS2, MLO, MLC, ID2
Level Niveaustufe	4th and 6th semester 4./6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Exercises Übungen

Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Every summer semester jedes Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	see description of the respective module siehe Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung
Contents Inhalte	<p>For Elective Subjects 1 through 3, the content focuses on various vertical domains that reflect the different types of industries students may work in after completing the study program. These domains include, among others, life sciences, robotics, smart buildings and the Internet of Things, as well as computer vision.</p> <p>For Elective Subjects 4 and 5, students can choose from advanced topics within the fields of data science and distributed systems engineering. These include deep learning and large language models, dependability, software fault tolerance, and the optimization of distributed systems.</p> <p>The list of the elective modules can be modified by the faculty administration in case new topics that are relevant to the study program emerge. The study program leadership team reserves the right to approve other external courses taken by the students as successfully completed elective modules based on individual applications. The list of elective modules recommended for semester 4 by default includes the following six modules: EMB, ROB, VIS, GEO, BIO, SBI.</p> <p>The topics are based on the current course offerings. The curriculum may be adjusted by the faculty council when new topics relevant to the study program arise.</p> <p>--</p> <p>Bei den Wahlpflichtmodulen 1 bis 3 liegt der inhaltliche Schwerpunkt auf verschiedenen vertikalen Anwendungsbereichen, die unterschiedliche Branchen repräsentieren, in denen die Studierenden nach Abschluss des Studiengangs tätig sein könnten. Zu den behandelten Themen gehören unter anderem Lebenswissenschaften, Robotik, intelligente Gebäudetechnologien und das Internet der Dinge sowie Computer Vision.</p> <p>Für die Wahlpflichtmodule 4 und 5 können die Studierenden aus fortgeschrittenen Themenfeldern der Data Science und der Entwicklung verteilter Systeme wählen. Dazu zählen unter anderem Deep Learning und Large Language Models, Zuverlässigkeit, fehlertolerante Software sowie die Optimierung verteilter Systeme.</p> <p>Die Liste der Wahlpflichtmodule kann von der Fachbereichsrat angepasst werden, falls neue, für den Studiengang relevante Themen hinzukommen. Die Studiengangsleitung behält sich das Recht vor, auf Antrag der Studierenden externe Lehrveranstaltungen als erfolgreich absolvierte Wahlpflichtmodule anzuerkennen. Die für das 4. Fachsemester empfohlenen Wahlpflichtmodule umfassen standardmäßig die folgenden sechs Module: EMB, ROB, VIS, GEO, BIO, SBI.</p>

	Die Themen richten sich nach dem jeweiligen aktuellen Angebot. Das Lehrangebot kann vom Fachbereichsrat angepasst werden, falls neue, für den Studiengang relevante Themen hinzukommen.
References Literatur	Will be indicated in the respective course descriptions. Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben.
Further notes Weitere Hinweise	The module will be held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten.  By decision of the Faculty Council of Department VI, further modules other than those specified in the module handbook may be provided as compulsory elective modules. Auf Beschluss des Fachbereichsrats des FB VI können weitere als die im Modulhandbuch angegebenen Module als Wahlpflichtmodule vorgesehen werden.

Module ID Modulkürzel	SG
Title Titel	General Studies Studium Generale
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. Presence, 82 hrs. Self-study (2 contact hours per week seminar lessons + 2 contact hours per week exercise). Two courses (each worth 2.5 ECTS credits) must be selected from the Studium Generale program offered by BHT. 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (2 SWS SU + 2 SWS Ü). Es sind zwei Lehrveranstaltungen (je 2,5 LP) aus dem Studium Generale-Angebot der BHT zu wählen.
Applicability Verwendbarkeit	All study programs alle Studiengänge
Learning Area Lerngebiet	General Academic Foundations Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	The students have broadened their subject-specific studies to include interdisciplinary aspects and are able to recognize interrelationships between society and its subsystems. Die Studierenden haben ihr Fachstudium um interdisziplinäre Aspekte erweitert und erkennen Zusammenhänge zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.
Pre-conditions Voraussetzungen	none (exceptions may be made for foreign languages) keine (Ausnahmen können für die Fremdsprachen festgelegt werden)
Level Niveaustufe	1st semester 1. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar-style instruction, exercises, presentations, role plays, text analysis, etc., depending on the chosen courses. Seminaristischer Unterricht, Übungen, Referate, Rollenspiele, Textarbeit, etc. je nach gewählter Lehrveranstaltungen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	every semester jedes Semester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	see the description of the respective course, non-graded assessment siehe Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung; unbenotete Prüfung
Contents Inhalte	Learning content from the areas of: - Political and Social Sciences - Humanities - Economics, Law, and Labor Sciences - Foreign Languages -- Lerninhalte aus den Bereichen: - Politik- und Sozialwissenschaften - Geisteswissenschaften - Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften - Fremdsprachen

References Literatur	Is specified in the respective course descriptions Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben
Further notes Weitere Hinweise	The exclusion of students from certain degree programs can be specified in the module descriptions of courses in the Studium Generale. In den Modulbeschreibungen von Lehrveranstaltungen im Studium generale kann der Ausschluss Studierender bestimmter Studiengänge festgelegt werden.
Raumbedarf	see the description of the respective course siehe Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung

## Elective Subjects / Wahlpflichtmodule

Module ID Modulkürzel	DEP
Title Titel	Dependable Systems Verlässliche Systeme
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students are familiar with the theoretical foundations and practical implementations of reliable distributed systems. They understand common aspects of reliability and availability, including reliability analysis, fault tolerance, typical fault models, and failure prediction. Students learn how to measure and evaluate system reliability and how to implement appropriate measures for fault remediation and failure forecasting. Studierende sind mit den theoretischen Grundlagen und den praktischen Implementierungen verlässlicher verteilter Systeme vertraut. Sie kennen gängige Aspekte der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, einschließlich der Verlässlichkeitsanalyse, Fehlertoleranz, typischer Fehlermodelle und der Fehlerprognose. Studierende lernen, wie man die Zuverlässigkeit von Systemen misst und bewertet, und wie man geeignete Maßnahmen zur Fehlerbehebung und Vorhersage von Ausfällen implementiert.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: MLO, DS2, DB3 Empfehlung: MLO, DS2, DB3
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Group projects Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination: (1) group presentation (60 minutes) or (2) Oral exam (30 min.)  Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen: (1) Gruppenpräsentation (60 Minuten) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)
Contents Inhalte	- Introduction and scope of application - Definitions and metrics - Threats to reliability and countermeasures - Fault trees, event trees, and reliability block diagrams

	<ul style="list-style-type: none"><li>- State-based reliability modeling</li><li>- Reliability prediction</li><li>- Reliability assessment</li><li>- Fault tolerance patterns</li><li>- Approaches for fault-tolerant software</li><li>--</li><li>- Einführung und Anwendungsbereich- Definitionen und Metriken</li><li>- Bedrohungen der Verlässlichkeit und Maßnahme</li><li>- Messung der Verlässlichkeit</li><li>- Fehlerbäume, Ereignisbäume und Zuverlässigkeitsblockdiagramme</li><li>- Zustandsbasierte Verlässlichkeitsmodellierung</li><li>- Zuverlässigkeitsprognose</li><li>- Zuverlässigkeitsbewertung</li><li>- Fehlertoleranzmuster</li><li>- Ansätze für fehlertolerante Software</li></ul>
References Literatur	"Reliability and Availability Engineering: Modeling, Analysis, and Applications" by Kishor S. Trivedi "System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications" by Marvin Rausand "Dependable Computing: From Concepts to Design" by Ivan C. J. L. Jansen and Rainer H. Reussner
Further notes Weitere Hinweise	The module is offered in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten

Module ID Modulkürzel	LLM
Title Titel	Large Language Models Große Sprachmodelle
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	The students understand the methodologies and language models that led to the development of large language models (LLMs). They learn about the underlying architectures of LLMs as well as common scenarios (e.g., pretrained models with or without fine-tuning) for using LLMs. The students become familiar with current LLMs, can apply them to specific text-oriented tasks, and evaluate the results using relevant metrics. Die Studierenden verstehen die Methodologien und Sprachmodelle, die zur Entstehung großer Sprachmodelle (LLMs) führten. Sie lernen die zugrunde liegenden Architekturen von LLMs sowie gängige Szenarien (z. B. vortrainierte Modelle mit/ohne Feinabstimmung) zur Nutzung von LLMs kennen. Die Studierenden werden mit aktuellen LLMs vertraut, können diese in spezifischen textorientierten Aufgaben anwenden und die Ergebnisse mithilfe der relevanten Metriken evaluieren.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: MLC, MLA Empfehlung: MLC, MLA
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Group projects Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Projects in small groups using computers, with consultation (4 projects, approx. 15 minutes per in-person session); <i>exercise assignments can only be completed during the lecture period, i.e., in the first examination period.</i> Projekten in Kleingruppen mit Rechneinsatz und Rücksprache (4 Projekte, ca. 15 min pro Präsenztermin); <i>Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden.</i>
Contents Inhalte	01: Overview of the historical development of language models prior to LLMs (e.g., n-grams, LDA, word embeddings such as Word2Vec, GloVe, FastText). 02: Pretrained models and their performance improvements (e.g., fine-tuning, transfer learning). 03: Performance metrics (e.g., precision, recall, F1, BLEU, ROUGE) and the tasks for which they are suitable. 04: Architectural elements of LLMs (e.g., recurrent neural networks (RNNs), encoder-decoder, long short-term memory (LSTM), self-attention, multi-head attention, positional encoding, catastrophic forgetting). 05: Prominent and/or current LLMs (e.g., BERT, LLaMA, GPT, Mistral, T5).

	<p>06: Tasks solvable with LLMs (e.g., text generation, text summarization, question answering, machine translation, named entity recognition, including few-shot and zero-shot learning).</p> <p>07: Latest advances to improve LLM performance (e.g., retrieval-augmented generation).</p> <p>08: Repositories of LLMs and relevant datasets (e.g., Hugging Face).</p> <p>--</p> <p>01: Überblick über die historische Entwicklung von Sprachmodellen vor LLMs (z.B. n-Gramme, LDA, Wort-Embeddings wie Word2Vec, GloVe, FastText).</p> <p>02: Vortrainierte Modelle und deren Leistungssteigerung (z.B. Feinabstimmung, Transferlernen).</p> <p>03: Leistungsmetriken (z.B. Präzision, Recall, F1, BLEU, ROUGE) und die Aufgaben, für die sie geeignet sind.</p> <p>04: Architekturelle Elemente von LLMs (z.B. rekurrente neuronale Netze (RNNs), Encoder-Decoder, Long Short-Term Memory (LSTM), Selbstaufmerksamkeit, Multi-Head Attention, Positionscodierung, katastrophales Vergessen).</p> <p>05: Prominente und/oder aktuelle LLMs (z.B. BERT, LLaMA, GPT, Mistral, T5).</p> <p>06: Aufgaben, die mit LLMs gelöst werden können (z.B. Textgenerierung, Textzusammenfassung, Fragebeantwortung, maschinelle Übersetzung, Erkennung benannter Entitäten, einschließlich Few-Shot und Zero-Shot Learning).</p> <p>07: Neueste Fortschritte zur Verbesserung der Leistung von LLMs (z.B. Retrieval-augmented Generation).</p> <p>08: Repositories von LLMs und relevanten Datensätzen (z.B. Hugging Face).</p>
References Literatur	<p>Quick Start Guide to Large Language Models: Strategies and Best Practices for ChatGPT, Embeddings, Fine-Tuning, and Multimodal AI, Sinan Ozdemir, 2024</p> <p>Build a Large Language Model (From Scratch), Sebastian Raschka, 2024</p> <p>LLM Engineer's Handbook: Master the art of engineering large language models from concept to production, Paul Iusztin, 2024</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module is offered in English.</p> <p>Das Modul wird auf Englisch angeboten</p>

Module ID Modulkürzel	EMB
Title Titel	Embedded Artificial Intelligence Eingebettete Künstliche Intelligenz
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students learn about AI and ML models in the context of embedded and real-time systems, and how to train them using collected data. They understand hardware requirements for training and running these models on small devices, with a focus on embedded hardware accelerators. They gain expertise in implementing and executing trained models on embedded systems, using appropriate development environments and frameworks. Studierende lernen über KI- und ML-Modelle im Kontext eingebetteter und Echtzeitsysteme sowie deren Training mithilfe gesammelter Daten. Sie verstehen die Hardwareanforderungen für das Training und die Ausführung dieser Modelle auf kleinen Geräten, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf eingebetteten Hardwarebeschleunigern liegt. Zudem erwerben sie Fachwissen zur Implementierung und Ausführung trainierter Modelle auf eingebetteten Systemen unter Einsatz passender Entwicklungsumgebungen und Frameworks.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: MLA, MLO, PR4 Empfehlung: MLA, MLO, PR4
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Group projects Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Projects in small groups using computers, with consultation (4 projects, approx. 15 minutes per in-person session); <i>exercise assignments can only be completed during the lecture period, i.e., in the first examination period.</i> Projekten in Kleingruppen mit Rechnereinsatz und Rücksprache (4 Projekte, ca. 15 min pro Präsenztermin); <i>Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden.</i>
Contents Inhalte	01 Fundamentals of AI and ML in embedded systems and real-time systems. 02 Analysis of scenarios, classification, and assignment to data models. 03 Introduction to AI and ML models, training with collected data, and application in real-world use cases. 04 Requirements for embedded hardware for training and running models, including embedded hardware accelerators. 05 Distinction between embedded systems (e.g., IoT) and conventional devices, including specific constraints and opportunities.

	<p>06 Implementation and execution of trained models on embedded systems using suitable development environments and frameworks.</p> <p>07 Analysis of the specific requirements of embedded systems for effective model execution.</p> <p>Practical exercises focused on data modeling, training, and deployment on embedded devices.</p> <p>--</p> <p>01 Grundlagen von KI und ML in eingebetteten Systemen und Echtzeitsystemen.</p> <p>02 Analyse von Szenarien, Klassifizierung und Zuordnung zu Datenmodellen.</p> <p>03 Einführung in KI- und ML-Modelle, Training mit gesammelten Daten und Anwendung in realen Anwendungsfällen.</p> <p>04 Anforderungen an eingebettete Hardware für das Training und die Ausführung von Modellen, einschließlich eingebetteter Hardwarebeschleuniger.</p> <p>05 Unterscheidung zwischen eingebetteten Systemen (z. B. IoT) und herkömmlichen Geräten, einschließlich spezifischer Beschränkungen und Möglichkeiten.</p> <p>06 Implementierung und Ausführung trainierter Modelle auf eingebetteten Systemen mithilfe geeigneter Entwicklungsumgebungen und Frameworks.</p> <p>07 Analyse der spezifischen Anforderungen eingebetteter Systeme für eine effektive Modellausführung.</p> <p>Praktische Übungen mit Schwerpunkten auf Datenmodellierung, Training und Deployment auf eingebetteten Geräten.</p>
References Literatur	<p>Gian Marco Iodice: "TinyML Cookbook, Combine Artificial Intelligence and Ultra-low-power Embedded Devices to Make the World Smarter"; Packt Publishing;</p> <p>Björn Debaillie, Mario Diaz Nava, Ovidiu Vermesan: "Embedded Artificial Intelligence, Devices, Embedded Systems, and Industrial Applications"; River Publishers;</p> <p>Bin Li: " Embedded Artificial Intelligence, Principles, Platforms and Practices"; Springer;</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module is offered in English.</p> <p>Das Modul wird auf Englisch angeboten</p>

Module ID Modulkürzel	ROB
Title Titel	Robotics Robotik
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>In the field of Robotics, changes in the environment are captured by sensors that constantly produce data in a wide range of data types, frequencies, and precisions. For a robotic system to complete its task while reacting appropriately to the constantly changing environment, this vast amount of data must be processed and translated into an action plan in a timely manner. In this course, students will be introduced to typical datasets in Robotics as well as the current methodologies of processing and analyzing them. On completion of this course, the students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the operating principles of electromechanics and sensorimotor technology,</li> <li>- understand the different types of data in robotic systems and their underlying physical principles,</li> <li>- can access, process, and analyze real and/or generated datasets of a robot system,</li> <li>- can apply standard methods to make robot systems react to data according to a specific task,</li> <li>- can think in an inter-disciplinary manner and collaborate efficiently in groups to achieve a goal.</li> </ul> <p>--</p> <p>Im Bereich der Robotik werden Veränderungen in der Umgebung durch Sensoren erfasst, die ständig Daten in einer Vielzahl von Datentypen, Frequenzen und Genauigkeiten erzeugen. Damit Robotersysteme Aufgaben erfüllen und angemessen auf sich ändernde Umgebungsbedingungen reagieren können, müssen viele Sensordaten gleichzeitig und zeitnah verarbeitet und in Aktivitäten umgesetzt werden.</p> <p>In diesem Modul werden die Studierenden mit typischen Datensätzen in der Robotik sowie aktuellen Methoden der Verarbeitung und Analyse vertraut gemacht. Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Wirkprinzipien der Elektromechanik und Sensormotorik,</li> <li>- kennen die verschiedenen Arten von Daten in Robotersystemen und die dahinterstehenden physikalischen Prinzipien,</li> <li>- kennen auf echte und/oder generierte Datensätze eines Robotersystems zugreifen, diese verarbeiten und analysieren,</li> <li>- kennen Standardmethoden anwenden, um Robotersysteme entsprechend einer bestimmten Aufgabe, auf Daten reagieren zu lassen,</li> <li>- kennen fachübergreifend denken und effizient in Gruppen zur Erreichung eines Zieles zusammenarbeiten.</li> </ul>
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: PR4, DB1, DB2 Empfehlung: PR4, DB1, DB2
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises Seminaristischer Unterricht, Übung

Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Projects in small groups using computers, with consultation (4 projects, approx. 15 minutes per in-person session); <i>exercise assignments can only be completed during the lecture period, i.e., in the first examination period.</i>  Projekten in Kleingruppen mit Rechneinsatz, Rücksprache (4 Projekte, ca. 15 min pro Präsenztermin); <i>Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden.</i>
Contents Inhalte	The course will start with an introduction to the basics of robotics, including sensors and actuators. Students will gain hands-on experience with actual robots as well as simulation in the laboratory. They learn how these robots generate data, as well as how to access, process, and analyze this data. The focus then moves on to individual projects carried out in groups.  Das Modul beginnt mit einer kurzen Einführung in die Grundlagen der Robotik, einschließlich Sensoren und Aktoren. Die Studierenden sammeln im Labor praktische Erfahrungen mit Robotern in Physik und Simulation. Sie lernen, wie Roboter Daten generieren, wie sie auf diese Daten zugreifen, sie verarbeiten und analysieren. Anschließend werden fokussierten Einzelprojekten in Gruppen durchgeführt.
References Literatur	Laube: Sensomotorisches System. Thieme. Albu-Schäffer: Soft Robotics: Transferring Theory to Application, Springer Verlag. Kassat, G.: Biomechanik für Nicht-Biomechaniker: Alltägliche Biomechanik der Sportpraxis, FCV-Verlag.
Further notes Weitere Hinweise	The module is offered in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten

Module ID Modulkürzel	VIS
Title Titel	Computer Vision Rechnergestützte Bildverarbeitung
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students acquire a fundamental understanding of processing, analyzing, and interpreting image and video data, including the application of algorithms such as feature extraction and dimensionality reduction on images. They learn to use modern tools and frameworks, such as OpenCV in Python, to efficiently process image data and eventually apply deep learning models in practice. Furthermore, students develop the ability to solve image processing problems. -- Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für die Verarbeitung, Analyse und Interpretation von Bild- und Videodaten, einschließlich der Anwendung von Algorithmen wie Merkmalsextraktion und Dimensionsreduktion auf Bilder. Sie lernen, moderne Tools und Frameworks wie OpenCV in Python effizient einzusetzen, um Bilddaten zu verarbeiten und schließlich Deep-Learning-Modelle in der Praxis anzuwenden. Darüber hinaus entwickeln sie die Fähigkeit, Probleme in der Bildverarbeitung eigenständig zu lösen.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: PR4, CT1 Empfehlung: PR4, CT1
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons and computer-based exercises Seminaristischer Unterricht und Übung am Rechner
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Exercises (8 exercises, 1 page each) Übungsaufgaben (8 Aufgaben, 1 Seite pro Aufgabe)
Contents Inhalte	01 Introduction to Image Processing, Ethics and Data Protection in Image Processing, Storage and Processing of Images 02 Signal Processing and Image Processing Techniques (Convolution, Edges, and Thresholding) 03 Signal Processing in Applications: Magnitude of Gradients, Canny Edge Detection, Histogram of Oriented Gradients 04 Feature Detectors and Feature Transforms: Transformation Invariance, Harris Detector, SIFT

	<p>05 Dense Correspondences / Optical Flow 06 Epipolar Geometry and Stereo Correspondence 07 Dimensionality Reduction on Images (Eigenfaces) 08 Segmentation and Matting 09 Deep Learning – Convolutional Neural Networks 10 Data Loaders for Images in PyTorch -- 01 Einführung in die Bildverarbeitung, Ethik und Datenschutz in der Bildverarbeitung, Speicherung und Verarbeitung von Bildern 02 Signalverarbeitung und Bildverarbeitungstechniken (Faltung, Kanten und Schwellenwertbildung) 03 Signalverarbeitung in Anwendungen: Gradientenmagnitude, Canny-Kantendetektion, Histogramme orientierter Gradienten 04 Merkmalerkennung und Merkmalsumwandlung: Transformationsinvarianz, Harris-Detektor, SIFT 05 Dichte Korrespondenzen / Optischer Fluss 06 Epipolare Geometrie und Stereo-Korrespondenz 07 Dimensionsreduktion bei Bildern (Eigenfaces) 08 Segmentierung und Matting 09 Deep Learning – Convolutional Neural Networks 10 Datenlader für Bilder in PyTorch</p>
References Literatur	<p><a href="https://docs.opencv.org/4.x/d6/d00/tutorial_py_root.html">https://docs.opencv.org/4.x/d6/d00/tutorial_py_root.html</a> Computer Vision: Algorithms and Applications, Richard Szeliski, 2010 Pattern Recognition and Machine Learning, Christopher Bishop, 2007</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module is offered in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten</p>

Module ID Modulkürzel	GEO
Title Titel	Geoinformatics Geoinformatik
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	51 hrs. presence, 99 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 51 Stunden Präsenz, 99 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Students understand the basics of technologies and systems in Geoinformatics and can apply and evaluate them independently. They can independently plan, design, and apply procedures in the areas of geodata acquisition, geoinformation management, and geodetic measurement and evaluation technology. In addition to applications of geoinformation systems, students understand the basics of geodatabases and can create and manage such technologies. For this purpose, programming basics are employed independently. This enables the students to collect, process, analyze, visualize and interpret geodata.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden kennen die Grundlagen von Geoinformationstechnologien und -systemen und können diese selbstständig anwenden und bewerten. Sie können Verfahren in den Bereichen Geodatenerfassung, Geoinformationmanagement und geodätischer Mess- und Auswertetechnik selbstständig planen, konzipieren und anwenden. Neben Applikationen von Geoinformationssystemen kennen Studierende die Grundlagen von Geodatenbanken und können solche Technologien angelegt und verwaltet. Dazu werden Programmiergrundlagen selbstständig eingesetzt. Somit können sie Geodaten erfassen, verarbeiten, analysieren, visualisieren und interpretieren werden.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: PR4 Empfehlung: PR4
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Group projects Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:</p> <p>(1) Written exam (60 minutes) or (2) oral exam (30 minutes)</p> <p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p> <p>(1) Klausur (60 Minuten) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)</p>

Contents Inhalte	01: Fundamentals of technologies and systems for geoinformation 02: Fundamentals of the application of geosensors for geometric and mechanical quantities 03: Measurement signal processing (analog measurement signal processing/digital methods of measurement signal processing) 04: Application of Python for geoinformation technologies 05: Fundamentals of computer systems and specification of geodatabases 06: Basics of microprocessors (e.g. Arduino Uno/Raspberry Pico) and single-platform computers (e.g. Raspberry Pi/Zero) and their programming with Python and Micro Python 07: Exercises on data integration and analysis with SQL technologies 08: Comprehensive examples of evaluation from the field of geodetic measurement technology -- 01: Grundlagen von Geoinformationstechnologien und -systemen 02: Grundlagen zur Anwendung von Geosensoren für geometrische und mechanische Größen 03: Messsignalverarbeitung (analoge Messsignalverarbeitung/digitale Verfahren der Messsignalverarbeitung) 04: Anwendung von Python für Geoinformationstechnologien 05: Grundlagen von Rechnersystemen und Spezifikation von Geodatenbanken 06: Grundlagen der Mikroprozessoren (z.B. Arduino Uno/Raspberry Pico) und Einplationencomputer (z.B. Raspberry Pi/Zero) und deren Programmierung mit Python und Micro Python 07: Übungen zur Datenintegration und Analyse mit SQL-Technologien 08: Umfassende Auswertebeispiele aus der geodätischen Messtechnik
References Literatur	MONK, S.: 30 Arduino Selbstbau-Projekte plus Arduino-UNO-Platine im Bundle. – Franzis Verlag GmbH. Kemper, A. und Eickler A: Datenbanksysteme, Eine Einführung, DeGruyter-Verlag.
Further notes Weitere Hinweise	The module is held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten

<b>Module ID</b> Modulkürzel	<b>BEN</b>
Title Titel	Systems Benchmarking Systemleistungsvergleich
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	The goal of this course is to equip data engineers with the knowledge and tools to benchmark and evaluate systems effectively. Students will learn how to design meaningful benchmarks, interpret performance metrics, and make data-driven decisions to improve system architectures. By the end of this module, students will understand how to leverage benchmarking data to fine-tune systems for their specific use cases and achieving better performance. -- Die Studierenden sind mit gezielt ausgewählten Werkzeugen und Wissen in der Lage, Systeme effektiv zu benchmarken und zu evaluieren. Die Studierenden lernen, wie man sinnvolle Benchmarks entwirft, Leistungskennzahlen interpretiert und datenbasierte Entscheidungen trifft, um Systemarchitekturen zu optimieren. Am Ende des Moduls verstehen die Studierenden, wie Benchmark-Daten genutzt werden können, um Systeme für spezifische Anwendungsfälle zu optimieren und bessere Leistungen zu erzielen.
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: DB2, ID2 Empfehlung: DB2, ID2
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Group projects Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Group presentation (60 minutes) Gruppenpräsentation (60 Minuten)
Contents Inhalte	01 Benchmarking and Benchmark Design Principles 02 Performance Metrics and Analysis 03 Tooling and Frameworks 04 System Comparisons and Trade-offs 05 Optimizing for Real-World Workloads Examples of applications are: - Comparison of database systems

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Optimization of database systems</li><li>- Alternative Python libraries for vectorization, parallelization, GPUs</li><li>- Alternatives to Pandas such as Modin, Vaex, Polar, cuDF</li><li>- Alternatives to Numpy such as CuPy, Dask Arrays, JAX, Numba</li><li>- Alternative data formats such as Parquet, Arrow, ORC, HDF5</li><li>- and other modern technologies</li></ul> -- 01 Benchmarking und Prinzipien des Benchmarkdesigns 02 Leistungskennzahlen und Analysen 03 Tools und Frameworks für Benchmarking 04 Systemvergleiche und Kompromisse 05 Optimierung für reale Arbeitslasten  Anwendungsbeispiele: <ul style="list-style-type: none"><li>- Vergleich von Datenbanksystemen</li><li>- Optimierung von Datenbanksystemen</li><li>- Alternativen zu Python-Bibliotheken für Vektorisierung, Parallelisierung und GPU-</li><li>- Alternativen zu Pandas wie Modin, Vaex, Polar, cuDF</li><li>- Alternativen zu Numpy wie CuPy, Dask Arrays, JAX, Numba</li><li>- Alternative Datenformate wie Parquet, Arrow, ORC, HDF5</li><li>- Weitere moderne Technologien</li></ul>
References Literatur	<b>Systems Benchmarking for Scientists and Engineers, By Samuel Kounev et al.</b> <b>Systems Performance, by Brendan Gregg</b>
Further notes Weitere Hinweise	The module is held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten

Module ID Modulkürzel	BIO
Title Titel	Systems Biology Systembiologie
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Biological Sciences are being transformed by a range of high-throughput technologies that generate vast amounts of data. These technologies include high-throughput genomic sequencing, imaging, screening, and proteomics. This course will train students in a generic set of skills that can be adapted to solve problems in a flexible way across different types of biological data sets. On completion of this course, the students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstrate an understanding of the emerging technologies and how they can be applied to address biological questions.</li> <li>- Understand the different design strategies used for biological databases.</li> <li>- Design experiments, interpret &amp; analyze data generated from key technologies.</li> <li>- Generate different hypotheses on the function of a biological system.</li> </ul> <p>--</p> <p>Die Biowissenschaften erleben durch Hochdurchsatztechnologien, die enormen Datenmengen erzeugen, einen grundlegenden Wandel. Zu diesen Technologien gehören Hochdurchsatz-Sequenzierung, Bildgebung, Screening und Proteomik. Dieses Modul vermittelt den Studierenden generische Fähigkeiten, die flexibel auf unterschiedliche biologische Datensätze anwendbar sind. Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ein Verständnis für aufkommende Technologien demonstrieren und deren Anwendung auf biologische Fragestellungen erklären.</li> <li>- Die unterschiedlichen Strategien beim Design biologischer Datenbanken verstehen.</li> <li>- Experimente entwerfen sowie die aus zentralen Technologien generierten Daten interpretieren und analysieren.</li> <li>- Hypothesen zur Funktion biologischer Systeme entwickeln.</li> </ul>
Pre-conditions Voraussetzungen	<p>Recommendation: basic knowledge of chemistry at the level of the general higher education entrance qualification; no further in-depth knowledge is required.</p> <p>Empfehlung: grundlegende Kenntnisse der Chemie auf dem Niveau der Allgemeinen Hochschulreife; es werden keine darüber hinausgehenden vertieften Kenntnisse vorausgesetzt.</p>
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Group projects Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester

Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>Projects in small groups using computers, with consultation (4 projects, approx. 15 minutes per in-person session); <i>exercise assignments can only be completed during the lecture period, i.e., in the first examination period.</i></p> <p>Projekten in Kleingruppen mit Rechneinsatz, Rücksprache (4 Projekte, ca. 15 min pro Präsenztermin); <i>Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden.</i></p>
Contents Inhalte	<p>The course will start by giving an overview on physical biology and biophysics. Physical concepts that unite a given set of biological phenomena will be introduced and discussed. It will then present essential methodology for model-guided analyses of biological data including examples of current research.</p> <p>--</p> <p>Das Modul beginnt mit einem Überblick über Physikalische Biologie und Biophysik. Physikalische Konzepte, die eine Reihe biologischer Phänomene vereinen, werden eingeführt und diskutiert. Anschließend werden grundlegende Methoden für modellgestützte Analysen biologischer Daten präsentiert, begleitet von praktischen Beispielen aus der aktuellen Forschung.</p>
References Literatur	<p>Phillips, R., Kondev, J., Theriot, J., &amp; Garcia, H. (2012). Physical biology of the cell. Garland Science.</p> <p>Sharma, Parva Kumar, and Inderjit Singh Yadav. "Biological databases and their application." Bioinformatics. Academic Press, 2022. 17-31.</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module is offered in English.</p> <p>Das Modul wird auf Englisch angeboten</p>

Module ID Modulkürzel	DEL
Title Titel	Deep Learning Deep Learning
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Students learn to create Deep Learning (DL) applications using real data. Upon completion of the module, students can:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the mathematical concepts behind Deep Learning (DL)</li> <li>• Explain the principles behind existing DL applications</li> <li>• Assess problem-specific requirements for the application of DL</li> <li>• Analyze and preprocess real, raw data</li> <li>• Evaluate and use different DL frameworks with regard to their suitability for a given problem</li> <li>• Develop new DL applications using different frameworks</li> <li>• Apply DL to a dataset or a given problem and assess the results</li> <li>• Analyze DL algorithms from current publications</li> </ul> <p>--</p> <p>Die Studierenden lernen Deep Learning (DL) Anwendungen zu erstellen und auf Daten anzuwenden. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Konzepte von Deep Learning (DL) nachzuvollziehen</li> <li>• Die Funktionsweise bestehender DL-Anwendungen zu erläutern</li> <li>• Problemspezifischen Voraussetzungen zur Anwendung von DL einzuschätzen</li> <li>• Rohdaten zu analysieren und vorzuverarbeiten</li> <li>• DL-Frameworks zu bewerten und zu nutzen</li> <li>• DL-Anwendungen auf der Basis geeigneter Frameworks zu erstellen</li> <li>• DL auf einen Datensatz oder ein gegebenes Problem anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten</li> <li>• DL-Methoden und -Systeme im Hinblick auf ihre Tauglichkeit für ein gegebenes Problem zu evaluieren</li> <li>• DL- Algorithmen aus aktuellen Veröffentlichungen zu analysieren</li> </ul>
Pre-conditions Voraussetzungen	Recommendation: MLA, DMA Empfehlung: MLA, DMA
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, Exercises Seminaristischer Unterricht, Übung
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points	The form of examination is determined by the teacher in accordance with §19 (2) RSPO. The teacher chooses between the following forms of examination:

<p>Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p>	<p>(1) Exercises with consultation (4 exercises, 2 pages and 15 mins. per exercise) or (2) oral exam (30 min.)</p> <p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Die Lehrkraft wählt zwischen folgenden Prüfungsformen:</p> <p>(1) Übungsaufgaben mit Rücksprachen (4 Aufgaben, 2 Seiten pro Aufgabe, ca. 15 min pro Präsenztermin) oder (2) Mündliche Prüfung (30 Min.)</p>
<p>Contents Inhalte</p>	<p>Human brain as a learning System Biological Neural Networks Deep Learning Frameworks Feed-Forward Neural Networks (FNN) Deep Neuronal Networks (DNN) Convolutional Neural Networks (CNN) Recurrent Neuronal Networks (RNN) Long Short-Term Memory (LSTM) Attention Mechanism Deep Reinforcement Learning (DRL) -- Das Gehirn als lernendes System Biologische Neuronale Netze Deep Learning Frameworks Feed-Forward Neuronale Netze (FNN) Deep Neuronal Networks (DNN) Convolutional Neural Networks (CNN) Recurrent Neuronal Networks (RNN) Long Short-Term Memory (LSTM) Attention Mechanism Deep Reinforcement Learning (DRL)</p>
<p>References Literatur</p>	<p>Deep Learning with Python, Francois Chollet, Manning. Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, MIT Press. Python Deep Learning, Valentino Zocca, Gianmario Spacagna, Daniel Slater, Peter Roelants, Packt Publishing. Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-Generation Machine Intelligence Algorithms, Nikhil Buduma, O'Reilly.</p>
<p>Further notes Weitere Hinweise</p>	<p>The module is offered in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten</p>

Module ID Modulkürzel	SBI
Title Titel	Smart Building Infrastructure Intelligente Gebäudeinfrastruktur
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	Students learn about building services and the associated building automation and control systems (BACS) and building management systems. They gain insight into the thinking of those responsible for building design and operation. They learn about the current communication technology of BACS and how to interact with them. -- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Gebäudeautomation und die damit verbundenen Gebäudeautomations- und Steuerungssysteme (BACS) sowie Gebäude-Management-Systeme. Sie gewinnen Einblicke in die Denkweise der Verantwortlichen für Gebäudeplanung und -betrieb. Zudem lernen sie die aktuelle Kommunikationstechnologie der BACS kennen und wie man mit diesen interagiert.
Pre-conditions Voraussetzungen	none keine
Level Niveaustufe	4th semester 4. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, group projects Seminaristischer Unterricht, Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Group presentation (60 minutes) Gruppenpräsentation (60 Minuten)
Contents Inhalte	Introduction to building services systems: 01: Heating systems 02: Ventilation and air conditioning technology 03: Refrigeration 04: Rlectrical engineering 05: Building automation and control systems 06: Building information modeling (BIM) 07: Technical monitoring  Group work on selected examples - interaction with building services and monitoring systems.

	-- Einführung in gebäudetechnische Systeme: 01: Heizungsanlagen 02: Lüftungs- und Klimatechnik 03: Kältetechnik 04: Elektrotechnik 05: Gebäudeautomations- und Steuerungssysteme 06: Building Information Modeling (BIM) 07: Technisches Monitoring  Gruppenarbeit an ausgewählten Beispielen – Interaktion mit gebäudetechnischen Systemen und Überwachungssystemen.
References Literatur	Karl-Josef Albers et al. (Herausgeber): Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik, Innotech Medien, Kleinaitingen, 81 Auflage 2022 André Borrmann et al. (Herausgeber): Building Information Modeling - Building Information Modeling, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2. Auflage 2021 VDI 3814: Gebäudeautomation, Blatt 1 Grundlagen und weitere, Beuth Verlag, Berlin, 2019 VDI 6041:2017-07 Facility-Management - Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen, Beuth Verlag, Berlin, 2017
Further notes Weitere Hinweise	The module is held in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten

Module ID Modulkürzel	EDE
Title Titel	Ethics in Data Engineering Ethik in der Data Engineering
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Students are familiar with approaches and concepts of ethics in both theory and practice, as well as the central concept of responsibility. They are capable of evaluating issues from their field of study from the perspective of Data Engineering within the tension between technical possibilities and ethical or societal demands, and of developing responsible courses of action. Their ethical and moral reasoning skills in the context of a datafied society—particularly in the critical interpretation of data and its assumptions—are sharpened. Students are trained to identify and structure complex causal and justificatory relationships. They are able to critically and normatively assess digital phenomena with ethical relevance and express themselves in a well-founded manner.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden kennen Ansätze und Konzepte der Ethik in Theorie und Praxis sowie den zentralen Begriff der Verantwortung. Sie sind befähigt, unter dem Blickwinkel des Data Engineering Sachverhalte aus ihrem Studienbereich im Spannungsfeld von technischen Möglichkeiten und ethischen sowie gesellschaftlichen Anforderungen zu beurteilen und verantwortliche Handlungsoptionen zu entwickeln. Ihre ethisch-moralische Reflexionskompetenz im Kontext der datafizierten Gesellschaft, insbesondere im Bereich der kritischen Interpretation von Daten und ihrer Prämissen ist geschärft; Die Kompetenz der Studierende, komplexe Begründungs- und Wirkzusammenhänge zu erkennen und zu strukturieren ist eingeübt. Die Studierenden sind zu einer normativ-kritischen Einordnung von digitalen Sachverhalten mit ethischer Relevanz befähigt und können sich entsprechend fundiert artikulieren.</p>
Pre-conditions Voraussetzungen	none keine
Level Niveaustufe	6th semester 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Seminar lessons, group projects Seminaristischer Unterricht, Projektarbeit in Gruppen
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe	<p>Preparatory summaries (approx. 1 page) of the learning content including students' own questions, plus a term paper (3–4 pages): total workload of approx. 10–12 pages at 2,000 characters per page.</p> <p>Regelmäßige vorbereitende Zusammenfassungen (ca 1 Seite) der Lerninhalte mit eigenen Fragefeldern plus Hausarbeit (3-4 Seiten): Gesamtumfang von ca 10-12 Seiten á 2.000 Zeichen.</p>

von Leistungspunkten	
Contents Inhalte	<p>01: The concept and theories of ethics and their distinction from related areas such as law and morality. 02: Responsibility in general, and in the context of digitalization. 03: Ethically relevant problem areas of datafication. 04: Challenges posed by datafication to the responsibility of individuals and organizations. 05: Moral dilemma situations under the conditions of digitalization. 06: Best practices; case studies.</p> <p>--</p> <p>01: Der Begriff sowie Theorien von Ethik und ihre Abgrenzung gegenüber naheliegenden Bereichen wie Recht und Moral. 02: Verantwortung allgemein und insbesondere im Zusammenhang mit Fragen der Digitalisierung. 03: Ethisch relevante Problembereiche der Datafizierung. 04: Herausforderungen durch Datafizierung an die Verantwortung von Menschen und Organisationen. 05: Moralische Dilemmasituationen unter den Bedingungen der Digitalisierung. 06: Best Practice; Fallbeispiele.</p>
References Literatur	<p>Hall, P. et al: (2023): Machine Learning for High-Risk Applications. Approaches to Responsible AI. Grimm, P. et al. (2019): Digitale Ethik. Leben in vernetzen Welten Kolany-Raiser, B. (2019): Big Data. Gesellschaftliche und Herausforderungen und rechtliche Lösungen. Schmidt, M.: (2023): Ethik in der IT-Sicherheit. Eine Einführung. Zweite, erweiterte Auflage. Wiegerling, K. et al (2020): Datafizierung und Big Data. Ethische, anthropologische und wissenschaftstheoretische Perspektiven.</p>
Further notes Weitere Hinweise	<p>The module is offered in English. Das Modul wird auf Englisch angeboten</p>

Module ID Modulkürzel	EX1 / EX2
Title Titel	External Course 1 / External Course 2 Externer Kurs 1 / Externer Kurs 2
Credit Points Leistungspunkte	5 CP
Workload	68 hrs. presence, 82 hrs. self-study (4 contact hours per week exercise) 68 Stunden Präsenz, 82 Stunden Selbststudium (4 SWS Ü)
Applicability Verwendbarkeit	Own study programme Eigener Studiengang
Learning Area Lerngebiet	Subject-Specific Specialization Fachspezifische Vertiefung
Learning objectives and competencies Qualifikationsziele / Kompetenzen	These courses are placeholders that allow for recognition of successfully completed external courses that do not have an exact match in the list of courses currently in the study program. The decision about the recognition is with the study program leadership team. -- Diese Module dienen als Platzhalter zur Anerkennung erfolgreich absolvierter externer Lehrveranstaltungen, für die es im aktuellen Studiengangsangebot kein exaktes Äquivalent gibt. Die Entscheidung über die Anerkennung liegt beim Studiengangsleitung.
Pre-conditions Voraussetzungen	none keine
Level Niveaustufe	4th semester / 6th Semester 4. Studienplansemester / 6. Studienplansemester
Teaching and learning forms/ Lehr- und Lernform	Depends on the external course Hängt von der externen Lehrveranstaltung ab
Status	Compulsory elective Wahlpflichtmodul
Frequency of module offer Häufigkeit des Angebotes	Summer semester Sommersemester
Examination form/ conditions to grant credit points Prüfungsform/ Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Depends on the external course Hängt von der externen Lehrveranstaltung ab
Contents Inhalte	Depends on the external course Hängt von der externen Lehrveranstaltung ab
References Literatur	Depends on the external course Hängt von der externen Lehrveranstaltung ab
Further notes Weitere Hinweise	

## Anlage Studienplan

Bachelorstudiengang Data Engineering			LV-Typ		Unit		Modul			Durchführende Lehrinheit (FB / Cluster)
Modul- kürzel	Modultitel	Studien- plan- semester	SU SWS	Ü SWS	Beur- teilung D/U/I	Ge- wicht	LP	Ge- wicht	P/WP	
PR1	Programmierung 1	1					5	5	P	Eigener Studiengang
PR1.1	Programmierung 1		2		I	100%				
PR1.2	Programmierung 1 Übg.			2	I					
PR2	Programmierung 2	1					5	5	P	Eigener Studiengang
PR2.1	Programmierung 2		2		I	100%				
PR2.2	Programmierung 2 Übg.			2	I					
CT1	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 1	1					5	5	P	FB II M
CT1.1	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 1		2		I	100%				
CT1.2	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 1 Übg.			2	I					
MAP	Mathematik für Programmierung	1					5	0	P	FB II M
MAP.1	Mathematik für Programmierung		2		I	100%				
MAP.2	Mathematik für Programmierung Übg.			2	I					
CSI	Einführung in Computersysteme	1					5	0	P	Eigener Studiengang
CSI.1	Einführung in Computersysteme		2		U	100%				
CSI.2	Einführung in Computersysteme Übg.			2	I					
SG1	Studium Generale 1	1	2		D	100%	2,5	2,5	WP	FB I
SG2	Studium Generale 2	1		2	D	100%	2,5	2,5	WP	FB I
PR3	Programmierung 3	2					5	5	P	Eigener Studiengang
PR3.1	Programmierung 3		2		I	100%				
PR3.2	Programmierung 3 Übg.			2	I					
PR4	Programmierung 4	2					5	5	P	Eigener Studiengang

Bachelorstudiengang Data Engineering			LV-Typ		Unit		Modul			Durchführende Lehrinheit (FB / Cluster)
Modul- kürzel	Modultitel	Studien- plan- semester	SU SWS	Ü SWS	Beur- teilung D/U/I	Ge- wicht	LP	Ge- wicht	P/WP	
PR4.1	Programmierung 4		2		I	100%				
PR4.2	Programmierung 4 Übg.			2	I					
CT2	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 2	2					5	5	P	FB II M
CT2.1	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 2		2		I	100%				
CT2.2	Computergestützte Werkzeuge im Ingenieurwesen 2 Übg.			2	I					
ID1	Informationen aus Daten 1	2					5	5	P	FB II M
ID1.1	Informationen aus Daten 1		2		I	100%				
ID1.2	Informationen aus Daten 1 Übg.			2	I					
DS1	Verteilte Systeme 1	2					5	5	P	Eigener Studiengang
DS1.1	Verteilte Systeme 1		2		I	100%				
DS1.2	Verteilte Systeme 1 Übg.			2	I					
DB1	Relationale Datenbanken	2					5	5	P	Eigener Studiengang
DB1.1	Relationale Datenbanken		2		I	100%				
DB1.2	Relationale Datenbanken Übg.			2	I					
MLC	Konzepte des Maschinellen Lernens	3					5	5	P	Eigener Studiengang
MLC.1	Konzepte des Maschinellen Lernens		2		I	100%				
MLC.2	Konzepte des Maschinellen Lernens Übg.		2		I					
MLO	Betrieb maschineller Lernsysteme	3					5	5	P	Eigener Studiengang
MLO.1	Betrieb maschineller Lernsysteme		2		I	100%				
MLO.2	Betrieb maschineller Lernsysteme Übg.			2	I					
DTP	Informationssicherheit	3	2		U		5	0	P	Eigener Studiengang
ID2	Informationen aus Daten 2	3					5	5	P	FB II M
ID2.1	Informationen aus Daten 2		2		I	100%				

Bachelorstudiengang Data Engineering			LV-Typ		Unit		Modul			Durchführende Lehrinheit (FB / Cluster)
Modul- kürzel	Modultitel	Studien- plan- semester	SU SWS	Ü SWS	Beur- teilung D/U/I	Ge- wicht	LP	Ge- wicht	P/WP	
ID2.2	Informationen aus Daten 2 Übg.			2	I					
DS2	Verteilte Systeme 2	3					5	5	P	Eigener Studiengang
DS2.1	Verteilte Systeme 2		2		I	100%				
DS2.2	Verteilte Systeme 2 Übg.		2		I					
DB2	Datenbankanwendungen	3					5	5	P	Eigener Studiengang
DB2.1	Datenbankanwendungen		2		I	100%				
DB2.2	Datenbankanwendungen Übg.			2	I					
MLA	Anwendungen des Maschinellen Lernens	4					5	5	P	Eigener Studiengang
MLA.1	Anwendungen des Maschinellen Lernens		2		I	100%				
MLA.2	Anwendungen des Maschinellen Lernens Übg.			2	I					
DMA	Anwendungen des Data Mining	4					5	5	P	Eigener Studiengang
DMA.1	Anwendungen des Data Mining		2		I	100%				
DMA.2	Anwendungen des Data Mining Übg.			2	I					
DB3	Cloud-Datenbanken	4					5	5	P	Eigener Studiengang
DB3.1	Cloud-Datenbanken		2		I	100%				
DB3.2	Cloud-Datenbanken Übg.		2		I					
ES1	Wahlpflichtmodul 1	4		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
ES2	Wahlpflichtmodul 2	4		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
ES3	Wahlpflichtmodul 3	4		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
INT	Praxisphase	5			U		30	0	P	Eigener Studiengang
ES4	Wahlpflichtmodul 4	6		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
ES5	Wahlpflichtmodul 5	6		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
PRD	Wissenschaftliche Veröffentlichungen	6	2		U		5	0	P	Eigener Studiengang
BTC	Kolloquium zur Bachelorarbeit	6		1	U		3	0	P	Eigener Studiengang
BTX	Bachelorarbeit und Abschlussprüfung	6					12	30	P	Eigener Studiengang

Bachelorstudiengang Data Engineering			LV-Typ		Unit		Modul			Durchführende Lehrinheit (FB / Cluster)
Modul- kürzel	Modultitel	Studien- plan- semester	SU SWS	Ü SWS	Beur- teilung D/U/I	Ge- wicht	LP	Ge- wicht	P/WP	
BTX.1	Bachelorarbeit				D	50 %				
BTX.2	Abschlussprüfung				D	50%				
<b>Summe</b>							<b>180</b>			

Wahlpflichtmodule (WP)			LV-Typ		Unit		Modul			Durchführende Lehrinheit (FB / Cluster)
Modul- Nr.	Modulname	Studien- plan- semester	SU SWS	Ü SWS	Beur- teilung D / U	Ge- wicht	LP	Ge- wicht	P/WP	
DEP	Verlässliche Systeme	6		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
LLM	Große Sprachmodelle	6		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
EMB	Eingebettete Künstliche Intelligenz	4		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
VIS	Rechnergestützte Bildverarbeitung	4		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
DEL	Deep Learning	6		4	D	100%	5	5	WP	Eigener Studiengang
BEN	System Leistungsvergleich	6		4	D	100%	5	5	WP	FB II M
GEO	Geoinformatik	4		4	D	100%	5	5	WP	FB III G
SBI	Intelligente Gebäudeinfrastruktur	4		4	D	100%	5	5	WP	FB IV G
BIO	Systembiologie	4		4	D	100%	5	5	WP	FB V B
ROB	Robotik	4		4	D	100%	5	5	WP	FB VII M
ENE	Ethik in der Data Engineering	6		4	D	100%	5	5	WP	FB I
EX1	Externer Kurs 1	4	-	-	D	100%	5	5	WP	Studiengangsleitung
EX2	Externer Kurs 2	6	-	-	D	100%	5	5	WP	Studiengangsleitung

<b>Hinweise zum Wahlpflichtbereich:</b>	<i>Auf Beschluss des Fachbereichsrats des FB VI können weitere Module als Wahlpflichtmodule vorgesehen werden.</i>
---	--

LV-Typ:	Lehrveranstaltungs-Typ
SU:	Seminaristischer Unterricht
Ü:	Übung
SWS:	Anzahl der Semesterwochenstunden
D:	differenzierte Beurteilung (Note 1,0 - ... - 5,0)
U:	undifferenzierte Beurteilung (mit Erfolg m.E., ohne Erfolg o.E.)
I:	integriertes Modul mit gemeinsamer, differenzierter Beurteilung beider Units (Note 1,0 - ... - 5,0). Die Units müssen aus didaktischen Gründen zwingend in einem Semester im Zusammenhang belegt und studiert werden.
Unit/Modul:	max. zwei Units je Modul
Unit Gewicht:	Gewicht (in %), mit dem die Unit in die Modulnote eingeht. In Modulen können Units mit folgender Gewichtung vorgesehen werden. Unit 1/Unit 2: a) 100/0%, b) 50/50%, c) 0/100%. In Ausnahmen ist auch eine davon abweichende, in natürlichen Zahlen darstellbare Gewichtung möglich (z.B. 2:1 mit 66/33% oder 4:1 mit 80/20%). Bei integrierten Modulen erfolgt keine Gewichtung der Units im Rahmen der Studienordnung. Die Angabe 100/0% oder 0/100% zeigt in diesem Fall die formale Zuordnung der Modulnote bei der Notenerfassung an.
Modul LP:	Leistungspunkte (1 LP = 30 Stunden Workload)
Modul Gewicht:	Gewicht (in LP), mit dem das Modul im Gesamtprädikat eingeht
P/WP:	Pflichtmodul/Wahlpflichtmodul
Cluster:	Fachbereich bzw. Studienbereich, aus dem das Lehrangebot bereitgestellt wird