UNIVERSITÄT PASSAU

Fakultät für Informatik und Mathematik

Modulkatalog B.Sc. Künstliche Intelligenz
Module Catalogue B.Sc. Artificial Intelligence

Inklusive der Beschlüsse des Prüfungsausschusses der Fakultät für Informatik und Mathematik der Universität Passau am 20. Oktober 2025

Contains all decisions of the Board of Examiners of the Faculty of Computer Science and Mathematics of the University of Passau taken up to October 20, 2025

Stand: 20. Oktober 2025

Last revised: October 20, 2025

Abkürzungsverzeichnis und Wörterbuch
List of Abbreviations and Dictionary

Abkürzung / Abbreviation	**Deutsch**	**English**
AllgBer	Allgemeiner Bereich	General Area
AStuPO	Allgemeine Studien- und Prüfungsordnung	General Study and Examination Regulations
B.Sc.	Bachelor of Science	Bachelor of Science
B.A.	Bachelor of Arts	Bachelor of Arts
FStuPO	Fachstudien- und -prüfungsordnung	Programme-Specific Study and Examination Regulations
IC	Internet Computing	Internet Computing
Inf.	Informatik	Computer Science
M.Sc.	Master of Science	Master of Science
M.A.	Master of Arts	Master of Arts
P	Praktikum	Lab/Practicum
Pf	Pflichtfach	Compulsory Course
PN	Prüfungsnummer	Examination Number
PO	Prüfungsordnung	Examination Regulations
S	Seminar	Seminar
Sem.	Semester	Semester
SP	Schwerpunkt	Focus
SWS	Semesterwochenstunden	Contact Teaching Hours Per Week
Ü	Übung	Exercise/Tutorial
V	Vorlesung	Lecture
Wahl	Wahlmodul	Elective
WPf	Wahlpflichtmodul	Compulsory Elective

Bemerkung: Falls wenigstens ein nicht-deutschsprachiger Hörer die Veranstaltung besucht und als Sprache „Deutsch oder Englisch“ angegeben ist, wird in der Regel auf Englisch unterrichtet.
Remark: If at least one non-German speaker attends and the language of instruction is stated as “German or English” the language of instruction will be English as a rule.
Für Übersichtslisten zur Anrechenbarkeit und Modulgruppenzuordnung siehe
`http://www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/`
For overview lists of credit transfer and module group allocation, see
`http://www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers/`

Präambel

Workload-Berechnung:
Die Zuordnung von Leistungspunkten geht von der Arbeitsbelastung eines oder einer durchschnittlichen Studierenden aus. Ein Leistungspunkt entspricht in diesem Rahmen ca. 30 Arbeitsstunden. Dieser Durchschnitt wird im vorliegenden Studiengang einheitlich für alle Fächer und Lehrveranstaltungstypen angenommen.
Prüfende:
Prüferinnen und Prüfer sind die Professoren und Professorinnen sowie alle habilitierten Dozentinnen und Dozenten und ggf. weitere gemäß Hochschulprüferverordnung (HSchPrüferV) Befugte, die durch den Prüfungsausschuss der Fakultät für Informatik und Mathematik bestellt werden. Bitte beachten Sie hierzu die Bekanntmachungen des Prüfungsausschusses auf den Webseiten der Fakultät.
Anwesenheitspflicht:
Die Anwesenheitspflicht ist in der „Allgemeinen Studien- und Prüfungsordnung (AStuPO)“ im § 18 geregelt. Die Notwendigkeit der Anwesenheitspflicht ist für einzelne Lehrveranstaltungen im vorliegenden Modulkatalog festgelegt und entsprechend begründet.
Wiederholungsmöglichkeit:
Jedes mit „nicht ausreichend“ (Note schlechter als 4,0) bzw. „nicht bestanden“ bewertete Modul kann höchstens zweimal wiederholt werden, siehe § 9 AStuPO. Die Wiederholung muss innerhalb eines Jahres erfolgen. Eine Wiederholung von Prüfungen zur Notenverbesserung ist nicht möglich.
Gesamtnotenrelevanz:
Die Gesamtnote wird gemäß § 22 AStuPO berechnet. Bei Bachelorstudiengängen kann bei der Antragstellung auf das Zeugnis für bestimmte Modulgruppen angegeben werden, dass Prüfungsmodule nicht in die Gesamtnote eingehen, siehe hierzu § 6 der Fachstudien- und -prüfungsordnung (FStuPO).
Seminare:
In der Regel bieten Lehrstühle, Professorinnen und Professoren regelmäßig Seminare an. Hierzu beachten Sie bitte die Seminar-Ankündigungen auf den Webseiten der Lehrstühle und Professuren.
Qualifikationsprofil:
Die Erfüllung des Qualifikationsprofils des Studiengangs wird durch die verschiedenen Veranstaltungstypen gewährleistet.

- **Vorlesungen** fokussieren sich maßgeblich auf Vermittlung von Wissen und Verstehen der Problemstellungen. Dadurch erwerben Absolventen und Absolventinnen Fachkompetenz in der Breite und Tiefe des Faches. Besonders in den Masterstudiengängen werden zusätzlich Lehrmeinungen, Grenzen und kritisches Verständnis auf dem neuesten Stand der Forschung gelehrt.
- **Vorlesungsbegleitende Übungen** vertiefen dieses Wissen, und leiten zu Einsatz und praktischer Anwendung an. Die Studierenden lernen dabei Probleme zu analysieren, kritisch einzuordnen und geeignete Lösungswege zu finden. Darüber hinaus werden Kommunikation und Kooperation zwischen den Studierenden eingeübt.
- **Selbstständige Übungen und Praktika** lehren die Nutzung und den Transfer auf praktische Anwendungen und Projekte. Dabei lernen die Studierenden situationsadäquat und reflektiert professionelle Entscheidungen zu treffen.
- In **Seminaren** und **Abschlussarbeiten** planen und recherchieren die Studierenden. Sie entwickeln und bearbeiten aktuelle Forschungsfragen, wählen geeignete Analysemethoden und reflektieren die erzielten Ergebnisse kritisch. Dadurch tragen sie auch zur wissenschaftlichen Innovation bei. Darüber hinaus üben sie die Kommunikation von erzielten Ergebnissen an Dritte ein.

Preamble

Workload Calculation:
The assignment of credit points is based on the workload of an average student. In this context, one credit point corresponds to approx. 30 working hours. This average generally applies to all subjects and course types in the present degree programme.
Examiners:
Examiners are the professors and all habilitated lecturers and, if applicable, other authorised persons according to the Higher Education Examination Ordinance (Hochschulprüferverordnung, HSch-PrüferV), who are appointed by the Board of Examiners of the Faculty of Computer Science and Mathematics. Please refer to the announcements of the Board of Examiners on the Faculty's website.
Compulsory Attendance:
Compulsory attendance is regulated in § 18 of the "General Study and Examination Regulations (AStuPO)". The necessity of compulsory attendance is specified for individual courses in this module catalogue and justified accordingly.
Possibility of Repetition:
Each module assessed as "insufficient" (grade below 4.0) or "failed" can be repeated a maximum of two times, cf. § 9 AStuPO. The repetition must take place within one year. It is not possible to repeat examinations for grade improvement.
Overall Grade Relevance:
The final grade is calculated according to § 22 AStuPO. In bachelor's degree programmes, it can be stated for certain module groups that examination modules are not included in the final grade when applying for the certificate, cf. § 6 of the Subject-Specific Study and Examination Regulations (FStuPO).
Seminars:
Chairs and professors usually offer seminars on a regular basis. Please pay attention to the seminar announcements on the websites of the chairs and professorships.
Qualification Profile:
The fulfilment of the qualification profile of the degree programme is ensured by the different types of courses.

- **Lectures** focus primarily on imparting knowledge and understanding problems. Consequently, graduates acquire professional competence in the breadth and depth of the subject. Particularly in master's programmes, schools of thought, limitations and critical understanding are additionally taught at the cutting edge of research.
- **Exercises Accompanying Lectures** deepen this knowledge and guide students to use and apply it in practice. Students learn to analyse problems, to classify them critically and to find suitable solutions. In addition, communication and cooperation between students are practised.
- **Independent Exercises and Practical Courses** teach the use and transfer to practical applications and projects. In the process, students learn to make professional decisions in an appropriate and reflective manner.
- In **seminars** and **theses**, students plan and conduct research. They develop and work on contemporary research questions, select suitable methods of analysis and critically reflect on the results. That way, they also contribute to scientific innovation. In addition, they practise communicating the results to third parties.

Modulübersicht des Bachelorstudiengangs Künstliche Intelligenz
Module Overview of the Bachelor's Programme in Artificial Intelligence

Compulsory Courses

Module Group "Foundations of Computer Science & Programming"

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Foundations of Computer Science	400110	3V+2Ü	7	Hammer	German/ English
Programming I	405282	2V+2Ü	6	Bachmaier, Größlinger	German/ English
Programming for Data Analytics	xxxxxx	2V+2Ü	6	Lemmerich, Heinzl	English
Algorithms and Data Structures	405127	4V+2Ü	9	Sudholt, Rutter	German/ English
Sum of the Module Group			28		

Module Group "Mathematics & Theoretical Computer Science"

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Linear Algebra I or Mathematics for Computer Science I	400600 xxxxxx	4V+2Ü	9	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Harks, Zumbrägel, Wirth	German/ English
Analysis I or Mathematics for Computer Science II	400700 xxxxxx	4V+2Ü	9	Kaiser, Forster-Heinlein, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	German/ English
Introduction to Stochastics or Mathematics for Computer Science III	400930 400940	4V+2Ü	9	Rudolf, Müller-Gronbach	German/ English
Theoretical Computer Science	406010	3V+2Ü	7	Rutter, Sudholt	German/ English
Sum of the Module Group			34		

Module Group "Foundations of Artificial Intelligence"

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Foundations of AI: Machine Learning	xxxxxx	2V+1Ü	5	Herbold	English
Foundations of AI: Deep Learning	xxxxxx	2V+1Ü	5	Lemmerich	English
Foundations of AI: Probabilistic Machine Learning	xxxxxx	2V+1Ü	5	Granitzer	English
Foundations of AI: Multiagent Systems	xxxxxx	2V+1Ü	5	Harks	English
Sum of the Module Group			20		

Module Group "Responsible Artificial Intelligence"

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Ethical Aspects of AI	xxxxxx	1V	3	Reinhardt	English
Legal Aspects of AI	xxxxxx	1V	3	Beurskens	English
Sum of the Module Group			6		

Module Group "AIP, Seminar and Presentation"

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
AI Seminar	xxxxxx	2V	4	FIM professors	German/ English
AI Project	xxxxxx	6P	10	FIM professors	English
Presentation of Bachelor Thesis	xxxxxx		3	FIM professors	English
Bachelor Thesis	xxxxxx		12	FIM professors	English
Counseling Module	xxxxxx	1V	2	FIM professors	English
Sum of the Module Group			31		

Compulsory Electives

Module Group "Advanced AI – Applied"

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Data Base & Information Systems I	xxxxxx	2V+1Ü	5	Scherzinger	German/ English
Software Engineering	401201	2V+1Ü	5	Fraser	German/ English
Data and Knowledge Engineering	xxxxxx	2V + 2Ü	6	N.N.	English
Sum of the Module Group			16		

Module Group "Advanced AI – Theoretical"

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Analysis II	401811	4V+2Ü	9	Kaiser, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	German/ English
Mathematics of Machine Learning	xxxxxx	3V+1Ü	7	Harks, Prochno, Rudolf	English
Sum of the Module Group			16		

Electives

Module Group "Business Analytics" (BuAn)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Einführung in die Ökonometrie	212109	3V+2Ü	5	Haupt	Deutsch
Einführung in die Zeitreihenanalyse	212107	2V+2Ü	5	Haupt	Deutsch
Computergestützte Statistik - Einführung in R	212119	2V	3	Schnurbus	Deutsch
Financial Data Analytics	xxxxxx	2V+2Ü	5	Kellner	English
Data Analysis and Digital Reporting with Python	xxxxxx	2V+2Ü	5	Kellner	English
Data and Decisions	xxxxxx	2V+2Ü	5	Goerigk	English
Fundamentals of Management Science II	xxxxxx	2V+2Ü	5	Goerigk	English
Supply Chain & Operations Management	210961	2V+2Ü	5	Goerigk	Deutsch

Module Group "Entrepreneurship"(Ent)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Marketing Research	212404	2V+2Ü	5	Schumann	English
Fundamentals of Entrepreneurship	xxxxxx	2V+2Ü	5	Bort	English
5-Euro-Business-Wettbewerb	xxxxxx	4 SWS	5	Häussler	German
Technology and Innovation Management	212418	2V+2Ü	5	Häussler	English
Entrepreneurship Development Programme	xxxxxx	8 SWS	10	Totzek	English
Ethische Konzepte in einer globalen Wirtschaft	xxxxxx	2 SWS	5	Meißner, Bort	German
Global Justice and Business Ethics: Sustainable Entrepreneurship	xxxxxx	3 SWS	5	Meißner, Bort	German
Entrepreneurial Marketing	xxxxxx	2V	5	Totzek	English

Module Group "Natural Language Processing and Multilingual Computational Linguistics"(NLP)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Computer-Assisted Language Comparison	xxxxxx	2V+1Ü	5	List	German/ English
Information Retrieval & NLP	405375	2V+1Ü	5	Hautli-Janisz	English
NLP for Social Media Analysis	407608	2V+1Ü	5	Hautli-Janisz	English
Multilingual Computational Linguistics	xxxxxx	2V+1Ü	5	List	German/ English
Advances in Multilingual Computational Linguistics	xxxxxx	2V	3	List	German/ English
Advances in NLP	xxxxxx	2V	3	Hautli-Janisz, List	English

Module Group "Software Engineering" (SE)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Object-oriented Programming with C++	xxxxxx	2V+2Ü	6	Hammer	English
Software Testing	405343	2V+2Ü	6	Fraser	English
Programming II	405283	2V+2Ü	6	Bachmaier	English
Programming Paradigms	405416	2V+2Ü	6	Hammer	English
Practical Parallel Programming	405281	3V+2Ü	7	Größlinger	English
AI-Driven Software Development	405320	2Ü	5	Fraser	English

Module Group "Regulation of AI and Data" (RAI)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Grundzüge des IT- und Datenrechts (Introduction to IT and Data Law)	431300	2V	5	Bomhard/Rücker	Deutsch
Einführung in das Internetrecht für Nichtjuristen	432200	2V	5	Beurskens	Deutsch
Medienrecht für Nebenfachstudierende	385061	2V	5	von Lewinski	Deutsch
Datenschutzrecht für Nebenfachstudierende	xxxxxx	2V	5	von Lewinski	Deutsch
KI im Strafrecht	xxxxxx	2V	5	Bomhard/Rücker	Deutsch
Urheberrecht	xxxxxx	2V	5	Sorge	Deutsch

Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Random Graphs	405340	2V+2Ü	6	Glock	English
Stochastic Simulation	405156	3V+1Ü	7	Müller-Gronbach	English
Probability Theory	455341	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	English
Measure and Integration Theory	455510	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	English
Monte Carlo Methods	xxxxxx	3V+1Ü	7	Rudolf	English
Markov Chain Monte Carlo	xxxxxx	4V+2Ü	9	Rudolf	English
Bayesian Inference and Machine Learning	xxxxxx	2V+1Ü	5	Rudolf	English
Stochastic Processes	xxxxxx	3V+1Ü	7	Rudolf	English
Information Theory	455440	4V+2Ü	9	Zumbrägel	English
Classical Limit Theorems and Large Deviations	451019	4V+2Ü	9	Prochno	English

Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Numerical Linear Algebra	407606	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	English
Competitive Programming	407609	2V+4Ü	4	Rutter	English
Efficient Algorithms	405121	3V+2Ü	7	Rutter, Sudholt	English
Introduction to Information-Based Complexity and Compressed Sensing	485384	3V+1Ü	6	Prochno	English
Introduction to Numerical Analysis	401814	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein, Sauer	English
Linear and Discrete Optimization	471550	3V+1Ü	7	Harks	English
Mathematical Logic	xxxxxx	4V+2Ü	9	Kaiser, Müller	English
Computational Logic	xxxxxx	4V+2Ü	9	Müller	English
Convex Geometry and Applications to Linear Programming	472730	3V+1Ü	6	Prochno	English
Classical Harmonic Analysis	415346	2V+1Ü	5	Prochno	English
Machine Learning Control and Optimization	455398	4V+2Ü	9	Wirth	English
Functional Analysis	485367	4V+2Ü	9	Prochno	English
Randomised Algorithms	405388	3V+2Ü	7	Sudholt	English

Module Group "Visual Computing and Data Science" (VCDS)

Module	Exam Number	Contact Hours	ECTS	Professor	Language
Digital Image Processing	xxxxxx	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein, Sauer	English
Computer Graphics	xxxxxx	2V+1Ü	5	Sauer	English
Visualization	405417	2V+2Ü	6	Heinzl, Gall	English
Data Science	405218	2V+1Ü	5	Granitzer	English
Web and Network Science	xxxxxx	2V+2Ü	5	Granitzer	English
SQL for Data Science	xxxxxx	2V+2Ü	6	Scherzinger	English

Module Group "German as a Foreign Language"

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
German as a Foreign Language	xxxxxx	16	20	Set by the Language Centre	Deutsch

Module Group "English as a Foreign Language"

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
English as a Foreign Language	xxxxxx	16	20	Set by the Language Centre	English

Weitere anrechenbare Schlüsselqualifikationen unter:
`https://www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/`

Hinweis (gemäß AStuPO § 9 Abs. 2 und FStuPO § 5):
Für das Bestehen der **Bachelorprüfung** im Studiengang **Artificial Intelligence** müssen die folgenden Pflicht-, Wahlpflicht- und Wahlmodule erfolgreich absolviert werden; insgesamt sind dabei mindestens **180 ECTS-Leistungspunkte** zu erwerben:

1. Die **Pflichtmodule** im Studiengang Artificial Intelligence gemäß § 6 Abs. 3 FStuPO (107 ECTS);
2. **16 ECTS** aus der gewählten **Wahlpflichtmodulgruppe** (§ 6 Abs. 4 FStuPO);
3. **45 ECTS** aus **drei Wahlmodulgruppen** gemäß § 6 Abs. 5 FStuPO, wobei gilt:
   (a) Jede Wahlmodulgruppe muss mindestens 10 ECTS umfassen;
   (b) Mindestens eine Wahlmodulgruppe muss aus dem Bereich **Informatik oder Mathematik** stammen. Hinweis: Wird eine der beiden **Wahlpflichtmodulgruppen** zur Erfüllung der erforderlichen 16 ECTS gewählt, kann die andere Gruppe als **Wahlmodulgruppe** aus dem Bereich Informatik oder Mathematik angerechnet werden;
   (c) Studierende, deren Unterrichtssprache nicht Deutsch ist, müssen die Wahlmodulgruppe **Deutsch als Fremdsprache** mit mindestens 20 ECTS belegen;
4. Die **Bachelorarbeit** (12 ECTS).

Studienfortschrittsanforderung:
Bis zum Ende des **dritten Semesters** müssen Studierende erfolgreich mindestens 30 ECTS-Leistungspunkte erworben haben. Wird diese Voraussetzung nicht erfüllt, sind bis spätestens zum Ende des **vierten Semesters** mindestens 40 ECTS-Leistungspunkte nachzuweisen. Wer diese Vorgabe bis zum Ende des vierten Semesters nicht erfüllt, wird **exmatrikuliert** und verliert den **Prüfungsanspruch**.

Other transferable (recognizable) key qualifications available at:
`https://www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers`

Note (according to AStuPO § 9 para. 2 and FStuPO § 5):
For passing the Bachelor's examination in the degree programme **Artificial Intelligence**, the following compulsory, compulsory elective, and elective modules must be completed, and in total **180 ECTS** must be achieved:

1. The **compulsory modules** in Artificial Intelligence according to § 6 para. 3 FStuPO (107 ECTS);
2. **16 ECTS** from the chosen **compulsory elective group** (§ 6 para. 4 FStuPO);
3. **45 ECTS** from **three elective groups** according to § 6 para. 5 FStuPO, where:
   (a) Each elective group must comprise at least 10 ECTS;
   (b) At least one elective group must come from **Computer Science or Mathematics**. Note that when one of the two **compulsory elective groups** is chosen to complete the required 16 ECTS, the other group is counted as an **elective group** from the area of Computer Science or Mathematics;
   (c) Students whose language of education is not German must take the elective group **German as a Foreign Language** with at least 20 ECTS;
4. The **Bachelor's thesis** (12 ECTS).

Progress Requirement:
By the end of the **third semester**, students must have successfully completed at least 30 ECTS. If this is not achieved, at least 40 ECTS must be completed by the end of the **fourth semester**. Failure to meet this requirement by the end of the fourth semester will result in **exmatriculation** and **loss of examination entitlement**.

Inhaltsverzeichnis/Table of Contents

Beispielstudienplan für die angewandte Studienrichtung mit Sprachkursen
Sample Study Plan for Applied Track With Language Courses **23**

Beispielstudienplan für die angewandte Studienrichtung ohne Sprachkurse
Sample Study Plan for Applied Track Without Language Courses **24**

Beispielstudienplan für die theoretische Studienrichtung mit Sprachkursen
Sample Study Plan for Theoretical Track With Language Courses **26**

Beispielstudienplan für die theoretische Studienrichtung ohne Sprachkurse
Sample Study Plan for Theoretical Track Without Language Courses **28**

5100 **Grundlagen der Informatik** **PN 400110**
Foundations of Computer Science **30**

5102 **Programmierung I** **PN 405282**
Programming I **32**

5172 **Lineare Algebra I** **PN 400600**
Linear Algebra I **35**

5180 **Counseling Module** **PN xxxxxx** **38**

5182 **Lineare Algebra für Informatiker** **PN xxxxxx**
Mathematics for Computer Science I **41**

5200 **Algorithmen und Datenstrukturen** **PN 405127**
Algorithms and Data Structures **44**

5272 **Analysis I** **PN 400700** **47**

5273 **Analysis für Informatiker** **PN xxxxxx**
Mathematics for Computer Science II **50**

5280 **Programmierung zur Datenanalyse** **PN xxxxxx**
Programming for Data Analytics **53**

5281 **Grundlagen der Künstlichen Intelligenz I: Maschinelles Lernen** **PN xxxxxx**
Foundations of Artificial Intelligence: Machine Learning **56**

5300 **Software Engineering** **PN 401201**
Software Engineering **59**

5302 **Programmierung II** **PN 405283**
Programming II **63**

5306 **Theoretische Informatik** **PN 406010**
Theoretical Computer Science **67**

5312	**Information Retrieval und Natural Language Processing** **Information Retrieval and Natural Language Processing**	**PN 405375**	**70**
5314	**Datenbanken und Informationssysteme I** **Data Base & Information Systems I**	**PN 405019**	**74**
5370	**Einführung in die Stochastik** **Introduction to Stochastics**	**PN 400930**	**77**
5372	**Analysis II**	**PN 401811**	**79**
5378	**Stochastik für Informatiker** **Mathematics for Computer Science III**	**PN 400940**	**82**
5380	**Grundlagen der KI: Deep Learning** **Foundations of AI: Deep Learning**	**PN xxxxxx**	**84**
5381	**Grundlagen der KI: Probabilistic Machine Learning** **Foundations of AI: Probabilistic Machine Learning**	**PN xxxxxx**	**87**
5452	**Bildverarbeitung** **Digital Image Processing**	**PN xxxxxx**	**90**
5481	**Grundlagen der KI: Multiagent Systems** **Foundations of AI: Multiagent Systems**	**PN xxxxxx**	**92**
5483	**Mathematik des Maschinellen Lernens** **Mathematics of Machine Learning**	**PN xxxxxx**	**94**
5485	**Monte-Carlo Methoden** **Monte Carlo Methods**	**PN xxxxxx**	**97**
5486	**Bayes'sche Inferenz und Maschinelles Lernen** **Bayesian Inference and Machine Learning**	**PN xxxxxx**	**100**
5487	**AI-Driven Software Development**	**PN 405320**	**103**
5488	**Legal Aspects of AI**	**PN xxxxxx**	**107**
5580	**Data and Knowledge Engineering** **Data and Knowledge Engineering**	**PN xxxxxx**	**111**
5582	**Computergraphik** **Computer Graphics**	**PN xxxxxx**	**115**
5583	**Web and Network Science**	**PN xxxxxx**	**117**
5600	**Effiziente Algorithmen** **Efficient Algorithms**	**PN 405121**	**121**
5610	**Praktische Parallelprogrammierung** **Practical Parallel Programming**	**PN 405281**	**124**

5670	**Logik für Informatiker** **Computational Logic**	**PN xxxxxx 127**
5718	**Competitive Programming**	**PN 407609 130**
5731	**Einführung in die Numerik** **Introduction to Numerical Analysis**	**PN 401814 133**
5751	**Numerische Methoden der Linearen Algebra** **Numerical Linear Algebra**	**PN 407606 136**
5756	**Funktionalanalysis** **Functional Analysis**	**PN 485367 138**
5779	**Data Science**	**PN 405218 141**
5812	**Stochastische Simulation** **Stochastic Simulation**	**PN 405156 145**
5814	**Wahrscheinlichkeitstheorie** **Probability Theory**	**PN 455341 147**
5838	**Information Theory**	**PN 455440 149**
5840	**Software Testing** **Software Testing**	**PN 405343 151**
5853	**Programming Paradigms** **Programming Paradigms**	**PN 405416 154**
5855	**Object-Oriented Programming with C++**	**PN xxxxxx 157**
5861	**Mathematische Logik** **Mathematical Logic**	**PN xxxxxx 160**
5952	**Randomisierte Algorithmen** **Randomised Algorithms**	**PN 405388 162**
5973	**SQL for Data Science** **SQL for Data Science**	**PN xxxxxx 164**
6070	**Markov Chain Monte Carlo**	**PN xxxxxx 167**
6073	**Stochastische Prozesse** **Stochastic Processes**	**PN xxxxxx 169**
6082	**NLP for Social Media Analysis**	**PN 407608 171**
6083	**Fortschritte in der maschinellen Sprachverarbeitung** **Advances in Natural Language Processing**	**PN xxxxxx 174**

6110 Klassische Harmonische Analysis PN 415346
Classical Harmonic Analysis 177

6111 Klassische Grenzwertsätze & große Abweichungen PN 451019
Classical Limit Theorems & Large Deviations 180

6112 Introduction to Information-Based Complexity and Compressed Sensing PN 485384 183

6117 Convex Geometry and Applications to Linear Programming PN 472730 186

6132 Random Graphs PN 405340
Random Graphs 189

6170 Visualisierung PN 405417
Visualization 192

6208 Machine Learning Control and Optimization PN 455398 196

6218 Maß- und Integrationstheorie PN 455510
Measure and Integration Theory 199

6241 Lineare und Diskrete Optimierung PN 471550
Linear and Discrete Optimization 202

11017A Ethische Konzepte in einer globalen Wirtschaft PN xxxxxx
Ethical Concepts in a Global Economy 204

11017C1 Global Justice and Business Ethics: Sustainable Entrepreneurship PN xxxxxx 207

21450 Urheberrecht PN xxxxxx
Copyright Law 210

21470 Grundzüge des IT- und Datenrechts PN 431300
Introduction to IT and Data Law 213

25910 Einführung in das Internetrecht für Nichtjuristen PN 432200
Internet Law for Non-Lawyers 217

25960 Datenschutzrecht für Nebenfachstudierende PN xxxxxx
Data Protection / Privacy Law for Non-Lawyers 219

26639 KI im Strafrecht PN xxxxxx
Artificial Intelligence in Criminal Law 222

32720 Technologie- und Innovationsmanagement PN 212418
Technology and Innovation Management 225

32765 5-Euro-Business Competition PN xxxxxx 228

32766 Entrepreneurship Development Programme PN xxxxxx 232

33660	**Entrepreneurial Marketing**	**PN xxxxxx 237**
34700	**Marketing Research**	**PN 212404 240**
34948	**Data and Decisions**	**PN xxxxxx 242**
34962	**Fundamentals of Management Science II**	**PN xxxxxx 245**
34965	**Supply Chain & Operations Management**	**PN 210961 248**
35555	**Einführung in die Ökonometrie** **Introduction to Econometrics**	**PN 212109 251**
35560	**Einführung in die Zeitreihenanalyse** **Introduction to Time Series Analysis**	**PN 212107 254**
35620	**Computergestützte Statistik – Einführung in R** **Computational Statistics – Introduction to R**	**PN 212119 257**
39763	**Fundamentals of Entrepreneurship**	**PN xxxxxx 260**
39901	**Financial Data Analytics**	**PN xxxxxx 263**
39905	**Data Analysis and Digital Reporting with Python**	**PN xxxxxx 266**
40120	**Ethical Aspects of AI**	**PN xxxxxx 269**
41623	**Computergestützter Sprachvergleich** **Computer-Assisted Language Comparison**	**PN xxxxxx 272**
41624	**Multilinguale Computerlinguistik** **Multilingual Computational Linguistics**	**PN xxxxxx 275**
41625	**Fortschritte in der Multilingualen Computerlinguistik** **Advances in Multilingual Computational Linguistics**	**PN xxxxxx 278**
48672	**Medienrecht für Nebenfachstudierende** **Media Law for Non-Lawyers**	**PN 385061 281**
90200	**Deutsch als Fremdsprache** **German as a Foreign Language**	**PN xxxxxx 283**
9059X	**Englisch als Fremdsprache** **English as a Foreign Language**	**PN xxxxxx 285**
Bachelorarbeit Artificial Intelligence **Bachelor's Thesis in Artificial Intelligence**		**PN xxxxxx 287**
Präsentation der Bachelorarbeit Artificial Intelligence **Presentation of the Bachelor's Thesis in Artificial Intelligence**		**PN xxxxxx 290**

Seminar zu Künstlicher Intelligenz **PN xxxxxx**
Seminar in Artificial Intelligence **292**

KI Projekt **PN xxxxxx**
AI Project **295**

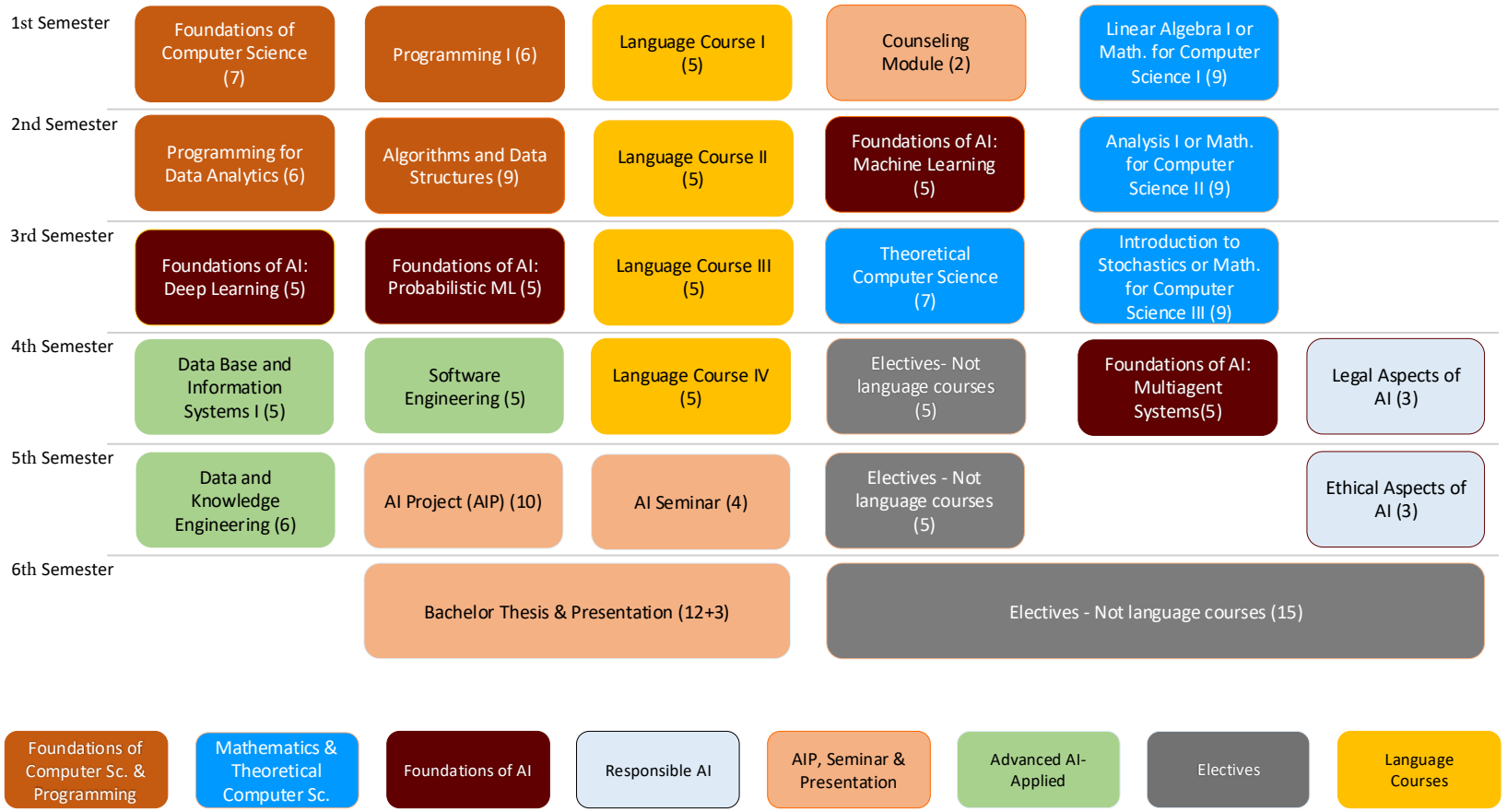
Aus den Modulgruppen des Baukastensystems ergeben sich verschiedene Möglichkeiten für einen Studienplan, je nach Interessen und Präferenzen der Studierenden. Unten angeführt sind vier Beispielstudienpläne: für die angewandte und die theoretische Spur, jeweils mit Sprachkursen und ohne Sprachkurse.

The module groups allow for various study plan designs, depending on students' interests and preferences. In the tables below, there are four sample study plans: for the applied and theoretical track, each with language courses and without language courses.

Beispielstudienplan für die angewandte Studienrichtung mit Sprachkursen
Sample Study Plan for Applied Track With Language Courses

First Study Semester			
	Linear Algebra I	4V+2Ü	9
	Foundations of Computer Science	3V+2Ü	7
	Programming I	2V+2Ü	6
	Counseling Module	1V	2
	Language Course I		5
	Sum of the ECTS-LP 1st study semester:		**29**
Second Study Semester			
	Analysis I	4V+2Ü	9
	Algorithms and Data Structures	4V+2Ü	9
	Programming for Data Analytics	2V+2Ü	6
	Foundations of AI: Machine Learning	2V+1Ü	5
	Language Course II		5
	Sum of the ECTS-LP 2nd study semester:		**34**
Third Study Semester			
	Introduction to Stochastics	4V+2Ü	9
	Theoretical Computer Science	3V+2Ü	7
	Foundations of AI: Deep Learning	2V+1Ü	5
	Foundations of AI: Probabilistic Machine Learning	2V+1Ü	5
	Language Course III		5
	Sum of the ECTS-LP 3rd study semester:		**31**
Fourth Study Semester			
	Foundations of AI: Multiagent Systems	2V+1Ü	5
	Data Base & Information Systems I	2V+1Ü	5
	Software Engineering	2V+1Ü	5
	Legal Aspects of AI	1V	3
	Elective (Not language courses)		5
	Language Course IV		5
	Sum of the ECTS-LP 4th study semester:		**28**
Fifth Study Semester			
	Data and Knowledge Engineering	2V+2Ü	6
	Ethical Aspects of AI	1V	3
	AI Seminar	2V	4
	AI Project	6P	10
	Elective (Not language courses)		5
	Sum of the ECTS-LP 5th study semester:		**28**
Sixth Study Semester			
	Bachelor Thesis and Presentation		15
	Elective (Not language courses)		15
	Sum of the ECTS-LP 6th study semester:		**30**
Total ECTS-LP			**180**

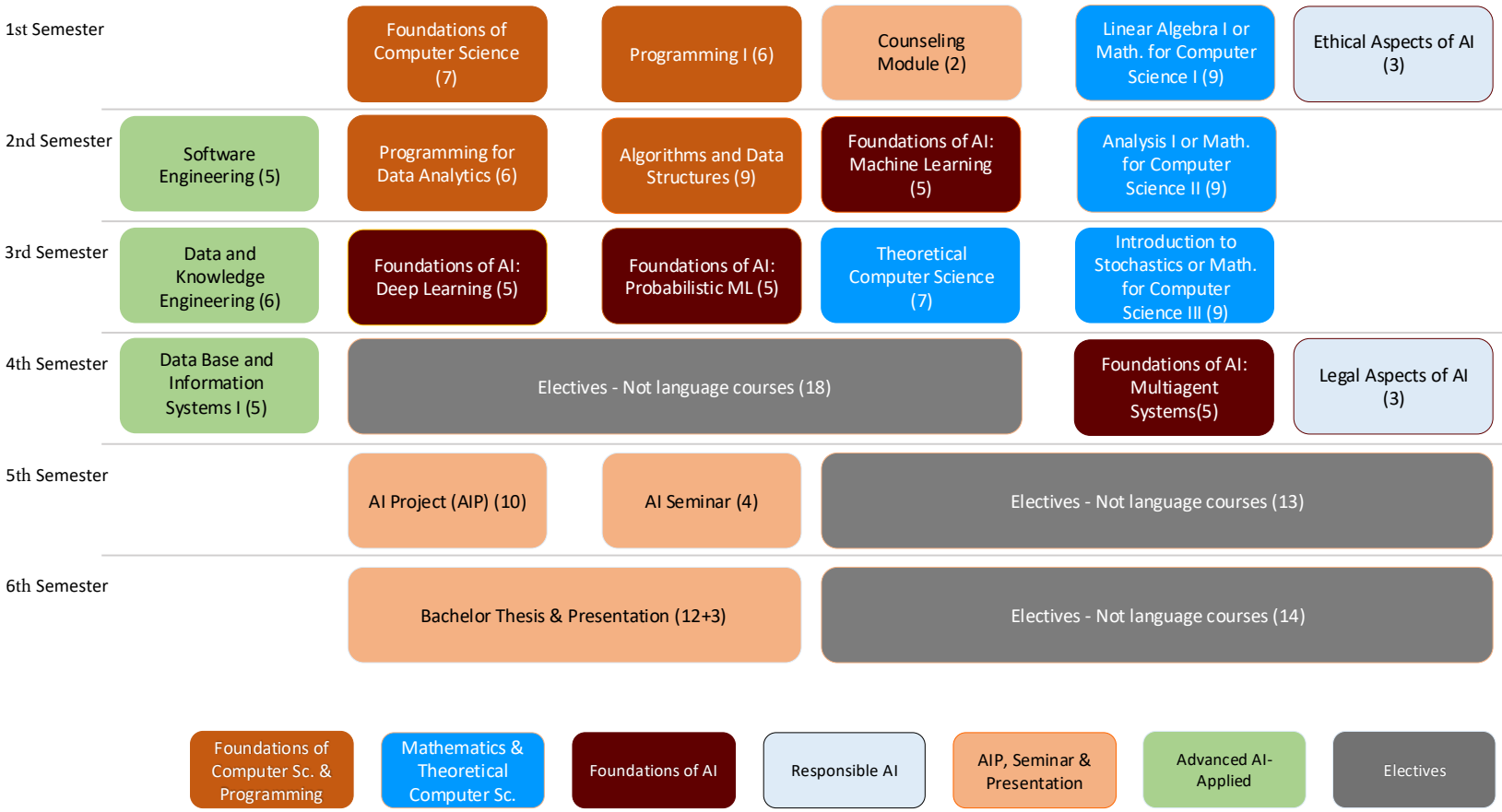
Sample Study Plan for Applied Track With Language Courses



Beispielstudienplan für die angewandte Studienrichtung ohne Sprachkurse
Sample Study Plan for Applied Track Without Language Courses

First Study Semester			
	Linear Algebra I	4V+2Ü	9
	Foundations of Computer Science	3V+2Ü	7
	Programming I	2V+2Ü	6
	Ethical Aspects of AI	1V	3
	Counseling Module	1V	2
	Sum of the ECTS-LP 1st study semester:		**27**
Second Study Semester			
	Analysis I	4V+2Ü	9
	Algorithms and Data Structures	4V+2Ü	9
	Programming for Data Analytics	2V+2Ü	6
	Foundations of AI: Machine Learning	2V+1Ü	5
	Software Engineering	2V+1Ü	5
	Sum of the ECTS-LP 2nd study semester:		**34**
Third Study Semester			
	Introduction to Stochastics	4V+2Ü	9
	Theoretical Computer Science	3V+2Ü	7
	Foundations of AI: Deep Learning	2V+1Ü	5
	Foundations of AI: Probabilistic Machine Learning	2V+1Ü	5
	Data and Knowledge Engineering	2V+2Ü	6
	Sum of the ECTS-LP 3rd study semester:		**32**
Fourth Study Semester			
	Foundations of AI: Multiagent Systems	2V+1Ü	5
	Data Base & Information Systems I	2V+1Ü	5
	Legal Aspects of AI	1V	3
	Elective (Not language courses)		18
	Sum of the ECTS-LP 4th study semester:		**31**
Fifth Study Semester			
	AI Seminar	2V	4
	AI Project	6P	10
	Elective (Not language courses)		13
	Sum of the ECTS-LP 5th study semester:		**27**
Sixth Study Semester			
	Bachelor Thesis Presentation		15
	Elective (Not language courses)		14
	Sum of the ECTS-LP 6th study semester:		**29**
Total ECTS-LP			**180**

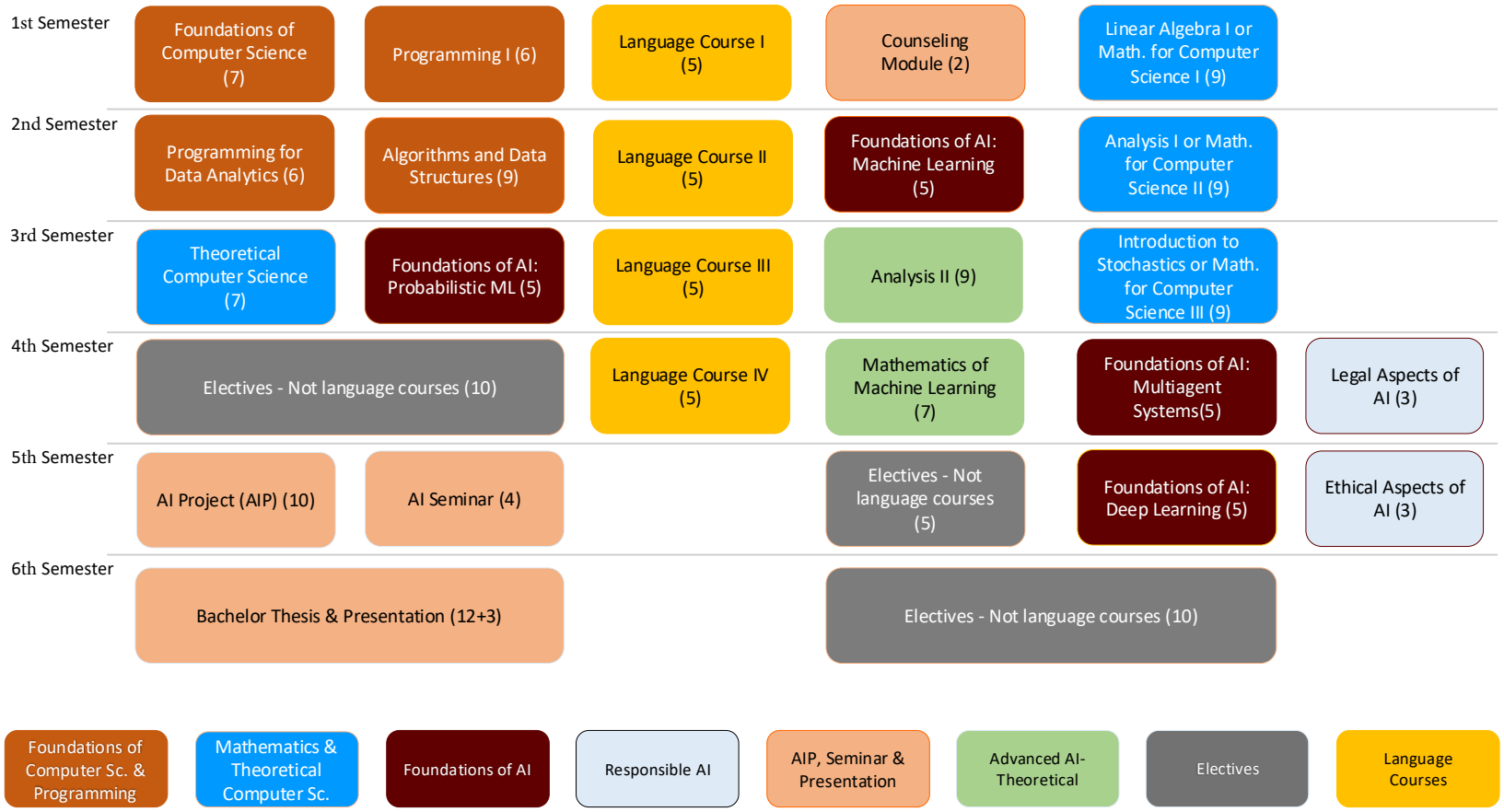
Sample Study Plan for Applied Track Without Language Courses



Beispielstudienplan für die theoretische Studienrichtung mit Sprachkursen
Sample Study Plan for Theoretical Track With Language Courses

First Study Semester			
	Linear Algebra I	4V+2Ü	9
	Foundations of Computer Science	3V+2Ü	7
	Programming I	2V+2Ü	6
	Counseling Module	1V	2
	Language Course I		5
	Sum of the ECTS-LP 1st study semester:		**29**
Second Study Semester			
	Analysis I	4V+2Ü	9
	Algorithms and Data Structures	4V+2Ü	9
	Programming for Data Analytics	2V+2Ü	6
	Foundations of AI: Machine Learning	2V+1Ü	5
	Language Course II		5
	Sum of the ECTS-LP 2nd study semester:		**34**
Third Study Semester			
	Introduction to Stochastics	4V+2Ü	9
	Theoretical Computer Science	3V+2Ü	7
	Foundations of AI: Probabilistic Machine Learning	2V+1Ü	5
	Analysis II	4V+2Ü	9
	Language Course III		5
	Sum of the ECTS-LP 3rd study semester:		**35**
Fourth Study Semester			
	Foundations of AI: Multiagent Systems	2V+1Ü	5
	Mathematics of Machine Learning	3V+1Ü	7
	Legal Aspects of AI	1V	3
	Elective (Not language courses)		10
	Language Course IV		5
	Sum of the ECTS-LP 4th study semester:		**30**
Fifth Study Semester			
	Foundations of AI: Deep Learning	2V+1Ü	5
	Ethical Aspects of AI	1V	3
	AI Seminar	2V	4
	AI Project	6P	10
	Elective (Not language courses)		5
	Sum of the ECTS-LP 5th study semester:		**27**
Sixth Study Semester			
	Bachelor Thesis Presentation		15
	Elective (Not language courses)		10
	Sum of the ECTS-LP 6th study semester:		**25**
Total ECTS-LP			**180**

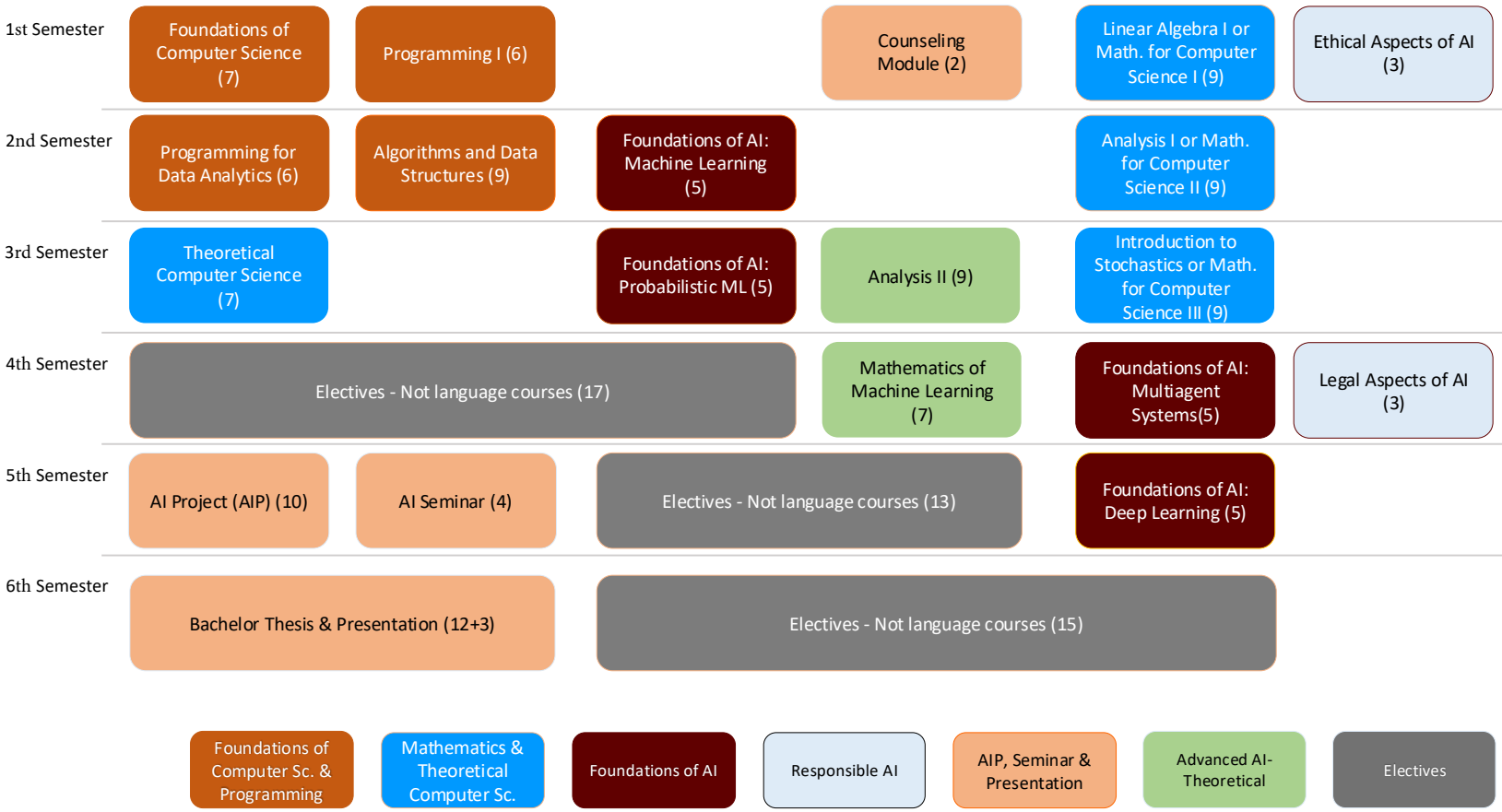
Sample Study Plan for Theoretical Track With Language Courses



Beispielstudienplan für die theoretische Studienrichtung ohne Sprachkurse
Sample Study Plan for Theoretical Track Without Language Courses

First Study Semester			
	Linear Algebra I	4V+2Ü	9
	Foundations of Computer Science	3V+2Ü	7
	Programming I	2V+2Ü	6
	Ethical Aspects of AI	1V	3
	Counseling Module	1V	2
	Sum of the ECTS-LP 1st study semester:		**27**
Second Study Semester			
	Analysis I	4V+2Ü	9
	Algorithms and Data Structures	4V+2Ü	9
	Programming for Data Analytics	2V+2Ü	6
	Foundations of AI: Machine Learning	2V+1Ü	5
	Sum of the ECTS-LP 2nd study semester:		**29**
Third Study Semester			
	Introduction to Stochastics	4V+2Ü	9
	Theoretical Computer Science	3V+2Ü	7
	Foundations of AI: Probabilistic Machine Learning	2V+1Ü	5
	Analysis II	4V+2Ü	9
	Sum of the ECTS-LP 3rd study semester:		**30**
Fourth Study Semester			
	Foundations of AI: Multiagent Systems	2V+1Ü	5
	Mathematics of Machine Learning	3V+1Ü	7
	Legal Aspects of AI	1V	3
	Elective (Not language courses)		17
	Sum of the ECTS-LP 4th study semester:		**32**
Fifth Study Semester			
	Foundations of AI: Deep Learning	2V+1Ü	5
	AI Seminar	2V	4
	AI Project	6P	10
	Elective (Not language courses)		13
	Sum of the ECTS-LP 5th study semester:		**32**
Sixth Study Semester			
	Bachelor Thesis Presentation		15
	Elective (Not language courses)		15
	Sum of the ECTS-LP 6th study semester:		**30**
Total ECTS-LP			**180**

Sample Study Plan for Theoretical Track Without Language Courses



5100	Grundlagen der Informatik Foundations of Computer Science	PN 400110
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hammer	
Dozent(in) Lecturer	Hammer	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Computer Science & Programming"	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 60 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Informatik, Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden gewinnen ein grundlegendes Verständnis für Strukturen, Formalismen und Beschreibungs- und Beweisprinzipien in der Informatik. —	

	The students gain a basic understanding of structures, formalisms and description and proof principles in computer science Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden lernen mehrere formale Sprachen der Informatik kennen und lernen, und Probleme in diesen Sprachen auszudrücken. — The students get to know several formal languages of computer science and learn to express problems in these languages Kompetenzen / Competencies Absolventen der Veranstaltung sind in der Lage, elementare Konzepte und Strukturen der Informatik losgelöst von einer aktuellen Programmiersprache zu erkennen, einzuschätzen und geeignet anzuwenden. — Graduates of the course are able to recognize, assess and appropriately apply elementary concepts and structures of computer science independently of a current programming language
Inhalt Course content	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Konzepte, die der Informatik zu Grunde liegen: Informationssysteme, Aussagenlogik, Grundprinzipien der Programmierung und des Softwareentwurfs, Induktion und Rekursion, elementare Algorithmen, elementare Konzepte und formale Syntax und Semantik von Programmiersprachen. — The lecture gives an overview of the concepts underlying computer science: information systems, propositional logic, basic principles of programming and software design, induction and recursion, elementary algorithms, elementary concepts and formal syntax and semantics of programming languages
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120 min. Klausur (zur Klausurzulassung Bearbeitung von Übungen) 120-minute written examination (for exam admission completion of exercises)
Medienformen Media used	Beamer, Tafel, Overheadprojektor Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Skript/Lecture notes Broy: Informatik – eine grundlegende Einführung, Teil 1+2 Springer Lehrbuch Sommer/Gumm: Einführung in die Informatik, Oldenbourg Graham Hutton: Programming in Haskell, 2nd ed.

5102	Programmierung I Programming I	PN 405282
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Bachmaier, Größlinger	
Dozent(in) Lecturer	Bachmaier, Größlinger	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Computer Science & Programming"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft), B. Sc. Internet Computing, B. Sc. Computer Science, B. Sc. Mathematics	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erlernen einführende und grundlegende Kenntnisse in der Programmierung mit Java. Insbesondere kennen sie alle Kontroll- und grundlegende Programmstrukturen. Zusammen mit dem Modul Programmierung II werden	

	Grundlagen für das Arbeitsgebiet Software-Entwicklung gelegt und praktisch eingeübt. — The students learn introductory and basic knowledge of programming with Java. In particular, they know all control and basic program structures. Together with the Programming II module, the foundations for the field of software development are laid and practiced. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können einfache statische und dynamische Datenstrukturen erstellen und einzusetzen. — The students can create simple static and dynamic data structures. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage einfache Algorithmen nach einer abstrakten Spezifikation in Code umzusetzen und einfache Programme eigenständig zu erstellen. — The students are able to implement simple algorithms according to an abstract specification and to independently create simple programs.
Inhalt Course content	Die Vorlesung führt in die grundlegenden Konzepte der Programmierung, insbesondere der objektorientierten Programmierung mit Java ein. Der Stoff der Vorlesung wird in den Übungen durch praktische Beispiele und Programmieraufgaben vertieft. Konkrete Inhalte: ▪ Java, was ist das ▪ Datenstrukturen ▪ Kontrollstrukturen ▪ Programmstrukturen ▪ Zusammengesetzte Datenstrukturen ▪ Dynamische Datenstrukturen ▪ Benutzung von Datenstrukturen aus der Funktionsbibliothek ▪ Einfache Algorithmen ▪ Ausnahmebehandlung ▪ Graphische Bedienoberflächen — The lecture introduces the basic concepts of programming, especially object-oriented programming with Java. The contents of the lecture are consolidated by practical examples and programming assignments in the exercises. Specific contents are: ▪ What is Java

	▪ Data structures ▪ Control structures ▪ Program structures ▪ Composite data structures ▪ Dynamic data structures ▪ Using data structures from the Java API ▪ Simple algorithms ▪ Exception handling ▪ Graphical user interfaces
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90 Minuten Klausur 90-minute written examination
Medienformen Media used	Beamer und Tafel, Übungen werden interaktiv im Rechnerraum besprochen Beamer and blackboard, assignments are discussed interactively in the computer room
Literatur Reading list	Peter Pepper, Programmieren Lernen, 3. Auflage, Springer, 2007 Allen B Downey, Chris Mayfield, Think Java, 2nd ed., Green Tea Press, 2020 Robert Sedgewick, Kevin Wayne, Introduction to Programming in Java, 2nd ed., Addison-Wesley, 2017

5172	Lineare Algebra I Linear Algebra I	PN 400600
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Harks, Zumbrägel, Wirth	
Dozent(in) Lecturer	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Harks, Zumbrägel, Wirth	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Mathematics and theoretical computer science"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Informatik, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die wichtigsten Konzepte und Methoden der elementaren Aussagenlogik, der elementaren Mengenlehre und der linearen Algebra sind den Studierenden bekannt. —	

	The students know the most important concepts and methods from elementary propositional logic, elementary set theory and linear algebra. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können elementare mathematische Beweise selbständig durchführen. — The students have the ability to do elementary mathematical proofs on their own. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage wichtige Sachverhalte und Verfahren der linearen Algebra zu begründen und in Anwendungen adäquat einzusetzen. — The students are able to constitute important facts and techniques in linear algebra and to use them adequately in applications.
Inhalt Course content	Als Grundlage für alle weiteren Mathematikvorlesungen werden die elementaren Konzepte der Aussagenlogik und die wichtigsten Beweistechniken vorgestellt und an Beispielen eingeübt. Darüber hinaus werden die Grundbegriffe der Mengenlehre eingeführt. Dabei werden Relationen (insbesondere Ordnungs- und Äquivalenzrelationen) und Abbildungen (insbesondere Injektivität, Surjektivität, Bilder und Urbilder) eingehend diskutiert. Vollständige Induktion und Rekursion werden als Beweis- und Definitionsprinzipien erläutert. Die für alle weiteren logischen und mathematischen Überlegungen notwendigen algebraischen Grundstrukturen (insbesondere Halbgruppen, Gruppen, Ringe und Körper) werden behandelt. Außerdem werden die Körper der rationalen, reellen und komplexen Zahlen besprochen. Im Mittelpunkt stehen anschließend die zentralen Konzepte der linearen Algebra. Es werden Vektorräume, Basen, Dimension und lineare Abbildungen studiert. Matrizen und Determinanten sowie die Darstellung linearer Abbildungen durch Matrizen werden ausführlich untersucht. Lösbarkeitskriterien und –verfahren für lineare Gleichungssysteme sowie die Beschreibung ihrer Lösungsmengen bilden einen zentralen Bestandteil der Veranstaltung, deren Wichtigkeit an zahlreichen Beispielen demonstriert wird. — As a basis for all further lectures in mathematics, the elementary concepts of propositional logic and the most important proof techniques are presented and illustrated with examples. In addition, the foundations of elementary set theory are given. Here relations (in particular order and equivalence relations)

	and mappings (especially injectivity, surjectivity, images and preimages) are discussed. Induction and recursion are explained as principles of proof and definition. The for all further logical and mathematical considerations necessary basic algebraic structures (particularly semigroups, groups, rings and fields) are covered. In particular, the fields of rational, real and complex numbers are discussed. The focus is then on the central concepts of linear algebra. Vector spaces, bases, dimension and linear mappings are studied. Matrices and deter-minants as well as the representation of linear mappings by matrices are studied in detail. Criteria and methods for solving systems of linear equations and the description of their solution sets are a central part of the lecture. Their importance is demonstrated by numerous examples.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Eine Klausur (120 Minuten) oder stattdessen nach Wahl zwei Teilklausuren (je 60 Minuten, einmal in der Semestermitte, einmal am Semesterende) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Written exam (120 minutes) or two instead (60 minutes each, one in the middle of the semester and one at the end) or oral examination (30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Folien oder Tafel Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	z. B. E.D. Bloch, Proofs and Fundamentals, Birkhäuser 2000 G. Fischer, Lineare Algebra, Vieweg 1997

5180	Counseling Module	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Harks	
Dozent(in) Lecturer	Professors of FIM	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "AIP, Seminar and Presentation"	
Lehrform/SWS Contact hours	1V	
Arbeitsaufwand Workload	15 Std. Präsenz + 45 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 15 contact hrs + 45 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	2	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	keine none	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	keine none	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	keine none	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge In Vorlesungen wird die Selbstorganisation zu Studienbeginn und die Orientierung in Bezug auf die Anforderungen des B. Sc. Artificial Intelligence thematisiert. — In lectures, the students will be taught how to self-organize	

	the study program of B.Sc. Artificial Intelligence. Fähigkeiten / Abilities Die Veranstaltung zielt darauf ab, dass die Studierenden ihr Studium selbstorganisiert strukturieren und planen, sodass sie zielorientiert studieren. Die Studierenden sind am Ende des Moduls in der Lage die Grundstruktur des Studiums zu erkennen sowie die Anforderungen der Studienfächer abzuschätzen und dementsprechend ihr Studium zu optimieren. Weiterhin sind sie in der Lage verschiedene Vorgehensweisen beim Lernen an der Universität zu reflektieren und auf ihr eigenes Lernverhalten zu übertragen. — The course is meant to prepare students for the study program in terms of self-organization and planning skills in order to successfully complete the program. Moreover, they learn how to implement different forms of learning strategies. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden haben die Kompetenz, sich hinsichtlich ihres Lernfortschrittes und der dafür notwendigen Anforderungen selbst zu organisieren: ▪ Nutzung von Lerngruppen ▪ Lernen an der Universität und Reflexion des Lernstandes ▪ Teamarbeit im Studium ▪ Umgang mit Prüfungen und Prüfungsvorbereitung ▪ Organisation und Strukturierung der Prüfungsphase ▪ Kenntnis des Ablaufs des Studienprogramms — The students have the competencies to survey their learning progress and to achieve a level of self-organization: ▪ Use of learning groups ▪ Learning how to learn ▪ Teamwork ▪ Cope with exams ▪ Organization of exam phase ▪ Students know the structure and contents of the degree program.
Inhalt Course content	▪ Introduction to the B.Sc. AI Program ▪ Introduction to FIM IT Offerings & Library Services ▪ Regulations, Assessments, & Exams ▪ Core AI ▪ Minor Programmes ▪ Scientific Working and Studying

	— ▪ Einführung in das Studienprogramm ▪ Einführung in die Bibliotheksdienste und das IT-Angebot der FIM ▪ Vorschriften, Bewertungen und Prüfungen ▪ Kern-KI ▪ Nebenfachprogramme ▪ Wissenschaftliches Arbeiten und Studieren
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Abschlussklausur (45 Minuten) Written Exam (45 minutes)
Medienformen Media used	Multimedia presentation (videos in case of virtual lecture).
Literatur Reading list	keine

5182	Lineare Algebra für Informatiker Mathematics for Computer Science I	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Harks, Zumbrägel, Wirth	
Dozent(in) Lecturer	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Harks, Zumbrägel, Wirth	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Mathematics and Theoretical Computer Science"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die wichtigsten Konzepte und Methoden der elementaren Aussagenlogik, der Mengenlehre und der linearen Algebra sind den Studierenden bekannt. —	

	The students are familiar with the key concepts and methods of elementary propositional logic, set theory, and linear algebra. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können die Theorie der linearen Algebra anwenden und insbesondere lineare Gleichungssysteme lösen. — The students can apply the theory of linear algebra and, in particular, solve systems of linear equations. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage wichtige Sachverhalte und Verfahren der linearen Algebra zu begründen und in Anwendungen adäquat einzusetzen. — The students are able to justify important facts and methods of linear algebra and apply them appropriately in practice.
Inhalt Course content	Als Grundlage werden die elementaren Konzepte der Aussagenlogik und die wichtigsten Beweistechniken vorgestellt und an Beispielen eingeübt. Darüber hinaus werden die Grundbegriffe der Mengenlehre eingeführt. Dabei werden Relationen (insbesondere Ordnungs- und Äquivalenzrelationen) und Abbildungen (insbesondere Injektivität, Surjektivität, Bilder und Urbilder) eingehend diskutiert. Vollständige Induktion und Rekursion werden als Beweis- und Definitionsprinzipien erläutert. Die für alle weiteren logischen und mathematischen Überlegungen notwendigen algebraischen Grundstrukturen (insbesondere Gruppen, Ringe und Körper) werden behandelt. Außerdem werden die Körper der rationalen, reellen und komplexen Zahlen besprochen. Im Mittelpunkt stehen anschließend die zentralen Konzepte der linearen Algebra wie Vektorräume, Basen, Dimension, lineare Gleichungssysteme, Determinanten, Darstellung linearer Abbildungen durch Matrizen sowie ein erster Einstieg in die Eigenwerttheorie. — As a foundation, the elementary concepts of propositional logic and the most important proof techniques are introduced and practiced using examples. In addition, the basic concepts of set theory are presented. Relations (in particular order and equivalence relations) and mappings (in particular injectivity, surjectivity, images, and preimages) are discussed in detail. Mathematical induction and recursion are explained as principles of proof and definition. The algebraic structures necessary for all further logical and mathematical considerations (in particular groups, rings, and fields) are covered. Further-

	more, the fields of rational, real, and complex numbers are discussed. The focus then turns to the central concepts of linear algebra such as vector spaces, bases, dimension, systems of linear equations, determinants, the representation of linear mappings by matrices, as well as an initial introduction to eigenvalue theory.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 min) Written Exam (120 min)
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Folien oder Tafel
Literatur Reading list	z.B. G. Fischer, Lineare Algebra, Vieweg 1997, 11. Auflage

5200	Algorithmen und Datenstrukturen Algorithms and Data Structures	PN 405127
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sudholt, Rutter	
Dozent(in) Lecturer	Sudholt, Rutter	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Computer Science & Programming"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 120 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 60 hrs exercises + 120 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science (PO 2025)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen grundlegende und ausgewählte fortgeschrittene Datenstrukturen und Algorithmen sowie Entwurfsmethoden für effiziente Algorithmen. —	

	The students are familiar with fundamental and selected advanced data structures and algorithms, as well as design methods for efficient algorithms. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden sind in der Lage, die erlernten Datenstrukturen und Algorithmen zu beschreiben und anzuwenden. Sie können die Laufzeit von Algorithmen und Operationen auf Datenstrukturen analysieren und deren Korrektheit beweisen. — The students are able to describe and apply the data structures and algorithms they have learned. They can analyze the runtime of algorithms and operations on data structures and prove their correctness. Kompetenzen / Competencies Sie können hinsichtlich Laufzeit und Speicherplatzbedarf effiziente Algorithmen zur Lösung von Problemen entwerfen und dazu geeignete Datenstrukturen auswählen. — They can design efficient algorithms to solve problems with respect to runtime and memory requirements, and select appropriate data structures for this purpose.
Inhalt Course content	Algorithmen sind exakt formulierte Verfahren zur Bearbeitung von Daten. Algorithmen und algorithmisches Problemlösen sind Kerngebiete der Informatik. Dieses Modul führt die Studierenden in das Design und die Analyse effizienter Algorithmen und Datenstrukturen ein. Die Studierenden lernen, wie man die Korrektheit von Algorithmen beweist, wie man die Effizienz von Algorithmen quantifiziert (O-Notation, asymptotisches Verhalten) und welche algorithmischen Lösungen effizient sind. Es werden Methoden zum Entwurf effizienter Algorithmen vermittelt (z.B. Greedy, Divide & Conquer, systematische Suche), einschließlich effizienter Datenstrukturen zum Speichern und Abrufen von Daten (z.B. verkettete Listen, Bäume, Graphen, Keller, Schlangen, Prioritätswarteschlangen, Hashtabellen). Dies geschieht anhand anschaulicher und grundlegender Probleme: Suchen, Sortieren, Algorithmen auf Graphen (Tiefen- und Breitensuche) und kombinatorischer Probleme wie dem Finden von kürzesten Wegen und minimalen Spannbäumen in Netzwerken. Zu ausgewählten Themen werden zudem fortgeschrittene Entwurfs- und Analysemethoden vermittelt. — Algorithms are precisely defined procedures for processing data. Algorithms and algorithmic problem solving are core areas of computer science. This module introduces students to the

	design and analysis of efficient algorithms and data structures. Students learn how to prove the correctness of algorithms, how to quantify the efficiency of algorithms (Big-O notation, asymptotic behavior), and which algorithmic solutions are efficient. Methods for designing efficient algorithms are taught (e.g., greedy, divide & conquer, systematic search), including efficient data structures for storing and retrieving data (e.g., linked lists, trees, graphs, stacks, queues, priority queues, hash tables). This is illustrated through clear and fundamental problems: searching, sorting, graph algorithms (depth-first and breadth-first search), and combinatorial problems such as finding shortest paths and minimum spanning trees in networks. For selected topics, advanced design and analysis methods are also introduced.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 min) Written Exam (120 min)
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer und Tafel
Literatur Reading list	Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms, 2001 T. Ottmann, P. Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, Spektrum Verlag 2000 Vorlesungsunterlagen

5272	Analysis I	PN 400700
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kaiser, Forster-Heinlein, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	
Dozent(in) Lecturer	Kaiser, Forster-Heinlein, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Mathematics and theoretical computer science"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die grundlegenden Konzepte und Methoden der Analysis von Funktionen einer Veränderlichen wie Konvergenz, Stetigkeit und Differentiation sind den Studierenden bekannt. — Students have knowledge of the fundamental concepts and	

	methods of the analysis of functions in one variable such as convergence, continuity, and differentiation. Kompetenzen / Competencies Sie beherrschen die grundlegenden Rechen- und Beweisverfahren der Analysis und können diese selbständig auf neue Probleme anwenden. — They master the fundamental computation and proof techniques of analysis and can apply them independently to new problems.
Inhalt Course content	Als Grundlage für alle weiteren Resultate werden grundlegende algebraische Strukturen behandelt und es wird insbesondere die Ordnungsstruktur der reellen Zahlen axiomatisch beschrieben. Der Absolutbetrag für reelle und komplexe Zahlen, metrische Räume sowie der Normbegriff in Vektorräumen werden nebst elementaren topologischen Begriffen eingeführt. Es werden Folgen und Reihen (insbesondere Potenzreihen) und ihre Konvergenz studiert. Grenzwerte und Stetigkeit von reellen und komplexen Funktionen (aber auch Funktionen auf metrischen Räumen) sind ein weiteres Thema sowie zentrale Sätze über stetige Funktionen (Zwischenwertsatz, Satz vom stetigen Bild kompakter Mengen, Satz vom Maximum und Minimum, Satz zur gleichmäßigen Stetigkeit). Ein weiteres zentrales Thema ist die Differentiation von Funktionen einer reellen Veränderlichen. Diese wird ausführlich behandelt, insbesondere werden die wichtigsten Differentiationsregeln bewiesen. Anwendungen der Differentiation (Satz von Rolle, Mittelwertsätze, Monotonie, Maxima und Minima, Konvexität, Taylorscher Formel, Taylorreihen) werden ausgiebig untersucht. Auch werden elementare Funktionen wie Polynome, rationale Funktionen, Exponentialfunktion, allgemeine Potenzen, Logarithmen, trigonometrische Funktionen und ihre Umkehrfunktionen eingeführt und ihre Eigenschaften abgeleitet. Bei allen angegebenen Themengebieten wird auf den logischen Aufbau Wert gelegt und auch die notwendigen Beweismethoden werden ausführlich behandelt. — As a foundation for all further results, basic algebraic structures are studied, with a particular focus on the axiomatic description of the ordering structure of the real numbers. The absolute value for real and complex numbers, metric spaces, as well as the concept of norms in vector spaces, are introduced along with elementary topological concepts. Sequences and series (particularly power series) and their convergence are studied. Limits and continuity of real and complex functions (as well as functions on metric spaces) are another topic,

	along with central theorems about continuous functions (Intermediate Value Theorem, Theorem on the continuous image of compact sets, Extreme Value Theorem, Uniform Continuity Theorem). Another central topic is the differentiation of functions of a real variable. This is treated in detail, with the most important differentiation rules being proven. Applications of differentiation (Rolle's Theorem, Mean Value Theorems, Monotonicity, Maxima and Minima, Convexity, Taylor's Formula, Taylor Series) are thoroughly examined. Elementary functions such as polynomials, rational functions, exponential functions, general powers, logarithms, trigonometric functions, and their inverse functions are also introduced, and their properties are derived. In all the mentioned topics, emphasis is placed on logical structure, and the necessary proof methods are also treated in detail.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Written exam (120 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Tafel, Beamer, Übungsblätter Board, projector, exercise sheets
Literatur Reading list	z.B. O. Forster, Analysis 1, Vieweg 1999 E. Behrends, Analysis Band 1, Vieweg 2014 H. Heuser, Lehrbuch der Analysis. Teil 1,Vieweg 2009

5273	Analysis für Informatiker Mathematics for Computer Science II	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kaiser, Forster-Heinlein, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	
Dozent(in) Lecturer	Kaiser, Forster-Heinlein, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Mathematics and theoretical computer science"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die grundlegenden Konzepte und Methoden der Analysis von Funktionen einer Veränderlichen wie Konvergenz, Stetigkeit und Differentiation sind den Studierenden bekannt.	

	— Students have knowledge of the fundamental concepts and methods of the analysis of functions in one variable such as convergence, continuity, and differentiation. Kompetenzen / Competencies Sie beherrschen die grundlegenden Rechenmethoden der Analysis und können diese selbständig auf neue Probleme anwenden. Sie lernen auch zentrale Beweisverfahren kennen. — They master the fundamental computation techniques of analysis and can apply them to new problems. They also learn the key methods of proof.
Inhalt Course content	Als Grundlage für alle weiteren Resultate werden grundlegende algebraische Strukturen behandelt und es wird insbesondere die Ordnungsstruktur der reellen Zahlen axiomatisch beschrieben. Der Absolutbetrag für reelle und komplexe Zahlen, metrische Räume sowie der Normbegriff in Vektorräumen werden nebst elementaren topologischen Begriffen eingeführt. Es werden Folgen und Reihen (insbesondere Potenzreihen) und ihre Konvergenz studiert. Grenzwerte und Stetigkeit von reellen und komplexen Funktionen (aber auch Funktionen auf metrischen Räumen) sind ein weiteres Thema sowie zentrale Sätze über stetige Funktionen (Zwischenwertsatz, Satz vom stetigen Bild kompakter Mengen, Satz vom Maximum und Minimum, Satz zur gleichmäßigen Stetigkeit). Ein weiteres zentrales Thema ist die Differentiation von Funktionen einer reellen Veränderlichen. Diese wird ausführlich behandelt, insbesondere werden die wichtigsten Differentiationsregeln bewiesen. Anwendungen der Differentiation (Satz von Rolle, Mittelwertsätze, Monotonie, Maxima und Minima, Konvexität, Taylorscher Formel, Taylorreihen) werden ausgiebig untersucht. Auch werden elementare Funktionen wie Polynome, rationale Funktionen, Exponentialfunktion, allgemeine Potenzen, Logarithmen, trigonometrische Funktionen und ihre Umkehrfunktionen eingeführt und ihre Eigenschaften abgeleitet. Bei allen angegebenen Themengebieten wird auf den logischen Aufbau Wert gelegt und auch die notwendigen Beweismethoden werden ausführlich behandelt. — As a foundation for all further results, basic algebraic structures are studied, with a particular focus on the axiomatic description of the ordering structure of the real numbers. The absolute value for real and complex numbers, metric spaces, as well as the concept of norms in vector spaces, are introduced along with elementary topological concepts. Sequences and series (particularly power series) and their convergence

	are studied. Limits and continuity of real and complex functions (as well as functions on metric spaces) are another topic, along with central theorems about continuous functions (Intermediate Value Theorem, Theorem on the continuous image of compact sets, Extreme Value Theorem, Uniform Continuity Theorem). Another central topic is the differentiation of functions of a real variable. This is treated in detail, with the most important differentiation rules being proven. Applications of differentiation (Rolle's Theorem, Mean Value Theorems, Monotonicity, Maxima and Minima, Convexity, Taylor's Formula, Taylor Series) are thoroughly examined. Elementary functions such as polynomials, rational functions, exponential functions, general powers, logarithms, trigonometric functions, and their inverse functions are also introduced, and their properties are derived. In all the mentioned topics, emphasis is placed on logical structure and computational aspects, but also key methods of proof are treated.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Written exam (120 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Tafel, Beamer, Übungsblätter Board, projector, exercise sheets
Literatur Reading list	z.B. O. Forster, Analysis 1, Vieweg 1999 E. Behrends, Analysis Band 1, Vieweg 2014 H. Heuser, Lehrbuch der Analysis. Teil 1,Vieweg 2009

5280	Programmierung zur Datenanalyse Programming for Data Analytics	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Heinzl, Lemmerich	
Dozent(in) Lecturer	Heinzl, Lemmerich	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Computer Science & Programming"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlegende Programmierkenntnisse wie in Programmierung I gelehrt Basic programming skills, such as those taught in Programming	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Grundkenntnisse der Python-Programmierung und Bibliotheken zur Analyse und Visualisierung von Daten in Python. Grundlegendes Verständnis praktischer Ansätze und Heraus-	

	forderungen bei der explorativen Datenanalyse, einschließlich Vorverarbeitung, Aufbereitung, Informationsvisualisierung, visuelle Analytik und maschinelles Lernen. Fähigkeit, diese Schritte selbständig durchzuführen. Kompetenz, zusätzliche Bibliotheken selbstständig zu erlernen und zu nutzen — Basic knowledge of Python programming and libraries for analyzing and visualizing data in Python. Basic understanding of practical approaches and challenges in exploratory data analysis including preprocessing, preparation, information visualization, visual analytics and machine learning. Ability to perform these steps independently. Competence to independently learn and utilize additional libraries.
Inhalt Course content	Programmierung zur Datenanalyse vermittelt theoretische Grundkenntnisse und praktische Einführung in die folgenden Bereiche: ▪ Python-Grundkenntnisse ▪ Datenerfassung ▪ Datenvorverarbeitung und -aufbereitung ▪ Explorative Datenanalyse ▪ Informationsvisualisierung ▪ Visuelle Analytik ▪ Maschinelles Lernen ▪ Versionsmanagement und Testen — Programming for Data Analytics provides basic theoretical knowledge and a practical introduction to the following areas: ▪ Basic Python knowledge ▪ Data acquisition ▪ Data preprocessing and preparation ▪ Exploratory data analysis ▪ Information visualization ▪ Visual analytics ▪ Machine learning ▪ Version management and testing
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio: Durchführung und Bericht/Präsentation/Diskussion von Projektaufgaben in Kleingruppen. (Gewichtung mit max. 50%) Abschlussklausur von 90 Minuten. Die genaue Gewichtung wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Portfolio: Project execution, as well as report/presentation/discussion (weighed at maximum 50%)

	Final exam of 90 minutes (50%) The exact weighting will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Der Stoff ist in thematische Gruppen unterteilt und wird anhand elektronischer Folien sowie Whiteboard präsentiert. In praktischen Projektaufgaben können die Studierenden ihre Programmierkenntnisse vertiefen. The material is divided into thematic groups and is presented using electronic slides and a whiteboard. Students can deepen their programming skills in practical project tasks.
Literatur Reading list	S. Herbold Data Science Crashkurs (data-science-crashkurs.de) McKinney, Wes. Datenanalyse mit Python: Auswertung von Daten mit pandas, NumPy und Jupyter. o'Reilly, 2023 Navlani, A., Fandango, A., & Idris, I. (2021). Python Data Analysis: Perform data collection, data processing, wrangling, visualization, and model building using Python. Packt Publishing Ltd. Tamara Munzner, Visualization Analysis & Design: Abstractions, Principles, and Methods, CRC Press, 2014 Claus O. Wilke, Fundamentals of Data Visualization O'Reilly Media, Inc., 2020

5281 Grundlagen der Künstlichen Intelligenz I: Maschinelles Lernen Foundations of Artificial Intelligence: Machine Learning	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Herbold
Dozent(in) Lecturer	Herbold
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Artificial Intelligence"
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 45 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Verfahren der Künstlichen Intelligenz und können diese qualifiziert benutzen und beurteilen. Sie können komplexe Probleme

	in geeigneter Form für Lernalgorithmen formalisieren und passende Verfahren zur Lösung dieser Probleme einsetzen. — Students know the basic concepts and methods of artificial intelligence and are able to use and evaluate them in a qualified manner. They can formalise complex problems in a suitable form for learning algorithms and use suitable methods to solve these problems. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden kennen Algorithmen des maschinellen Lernens zur Assoziationsanalyze, zum Clustering, zur Klassifikation und zur Regression und sie können diese anwenden. Die Studierenden können die Güte berechneter Modelle beurteilen. — Students know machine learning algorithms to analyse associations, for clustering, classification and regression. The students know how to apply these algorithms and assess the quality of calculated models. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden besitzen die Kompetenz für gegebene Problemstellungen geeignete Lernalgorithmen auszuwählen und sie zu nutzen, um Modelle zu lernen und diese zu nutzen. — Students have the competence to select suitable learning algorithms for given problems and to use them to learn and utilise models.
Inhalt Course content	▪ Geschichte der KI, Grundbergiffe & Teilgebiete ▪ Grundlagen des maschinellen Lernens (Überwachtes und unüberwachtes Lernen, Merkmale) ▪ Assoziationsanalyse ▪ Cluster-Analyse ▪ Klassifikationsalgorithmen ▪ Regressionsverfahren ▪ Evaluationsmethoden für gelernte Modelle — ▪ History of AI, basic concepts & sub-areas ▪ Basics of machine learning (supervised and unsupervised learning, features) ▪ Association analysis ▪ Cluster analysis ▪ Classification algorithms ▪ Regression methods

	▪ Evaluation methods for learnt models
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written or 20-minutes oral examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer Presentation with a projector
Literatur Reading list	Wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben Will be announced at the beginning of the lecture

5300	Software Engineering Software Engineering	PN 401201
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Fraser	
Dozent(in) Lecturer	Fraser	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Advanced AI – Applied"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 30 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 30 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I, Grundlagen der Informatik Programming I, Foundations of Computer Science	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, Lehramt Informatik (vertieft) Bachelor Mathematics	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zur Entwicklung und Wartung von Softwaresystemen. Insbesondere erlernen sie die Anwendung der Konzepte Divide & Conquer, Einfachheit, Rigor und Formalisierung, Strukturierung, Ab-	

	straktion und Hierarchie sowohl auf die Organisation des Softwareentwicklungsprozesses als auch auf die zu entwickelnde Software selbst. — The students acquire basic knowledge of the development development and maintenance of software systems. In particular they learn how to apply the concepts of Divide & Conquer, simplicity, rigor and formalization, structuring, abstraction and hierarchy abstraction and hierarchy both to the organization of the software development process as well as to the software to be developed itself. Fähigkeiten / Abilities Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse über die Konzepte werden in den Übungen vertieft und angewendet. Zusätzlich zu dieser Veranstaltung wird im Software-Engineering- Praktikum ein reales Softwareprojekt simuliert und in einer Lerngruppe abgearbeitet. — The knowledge of the concepts taught in the lecture is deepened and applied in the exercises. In addition to this course, a real software project is simulated in the software engineering practical course and worked on in a learning group. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, kleinere Softwaresysteme zu projektieren, beim Projektmanagement von großen Systemen kompetent mitzuwirken, Konzepte und Werkzeuge zur Softwareentwicklung in der Praxis einzusetzen, die Qualität von Software zu beurteilen und qualitätsverbessernde Maßnahmen auszuwählen. — The students are able to plan smaller software systems, competently participate in the project management of large systems, use concepts and tools for software development in practice, assess the quality of software and select quality-improving measures.
Inhalt Course content	Die Vorlesung behandelt die wichtigsten Prinzipien und Verfahren der Softwaretechnik, insbesondere: ▪ Projekt-Management, Metriken, Team-Work, Risiko-Management ▪ Softwareprozeß-Modelle, Prozess-Aktivitäten ▪ Agile-Development, eXtreme Programming ▪ Software-Architektur ▪ Refactoring ▪ Software-Engineering-Tools ▪ Versionsverwaltungssysteme (RCS, CVS, Subversion,

	Mercury) ▪ Free-Software, Software-Lizenzen, Patente ▪ Software-Qualität, Software-Analyse, Testing ▪ Automatisches Testen, Assertion-Checking, Unit-Testing (JUnit) ▪ Software-Verifikation ▪ Web-Service-orientierte Software-Entwicklung ▪ Graph-Modelle von Softwaresystemen, Software-Struktur- Analyse, Relational Querying ▪ Software-Clustering, Layout-basierte Software- Dekomposition ▪ Intellectual-Property und Software-Lizenzen ▪ Cloud-Computing — The lecture covers the most important principles and methods of software engineering, in particular: ▪ Project management, metrics, team work, risk management ▪ Software process models, process activities ▪ Agile-Development, eXtreme Programming ▪ Software architecture ▪ Refactoring ▪ Software engineering tools ▪ Version management systems (RCS, CVS, Subversion, Mercury, git) ▪ Free software, software licenses, patents ▪ Software quality, software analysis, testing ▪ Automated testing, assertion checking, unit testing (JUnit) ▪ Software verification ▪ Web service-oriented software development ▪ Graph models of software systems, software structure analysis, relational querying ▪ Software clustering, layout-based software decomposition ▪ Intellectual property and software licenses ▪ Cloud computing
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-min. Klausur 90-minute written examination
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Band1, Software-Entwicklung. 2. Aufl., Elsevier-Verlag, 2001

	Sommerville: Software Engineering. 7. Aufl., Addison-Wesley, 2004 Ghezzi, Jazayeri, Mandrioli: Fundamentals of Software Engineering. 2. Aufl., Pearson Education, 2002 Gamma Helm et.al: Design Patterns. Addison-Wesley, 1995

5302	Programmierung II Programming II	PN 405283
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Bachmaier	
Dozent(in) Lecturer	Bachmaier	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Software Engineering” (SE)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I, Algorithmen und Datenstrukturen Programming I, Algorithms and Data Structures	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematics, Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden haben erweiterte Programmierkenntnisse und -erfahrung, um größere Java-Programme mit mehr als 100 Zeilen Code eigenständig und durchwegs objektorientiert zu realisieren. Aufgrund des vermittelten Hintergrundwissens	

	können Sie systematisch den internen Ablauf von Java einschätzen und effizienten Programmcode schreiben. — The students have advanced programming knowledge and experience to independently implement larger Java programs with more than 100 lines of code and in an object-oriented manner. Based on the background knowledge imparted, they can systematically assess the internal process of Java and write efficient program code. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können sauber und verständlich Programme nach grundlegenden software-technischen Prinzipien entwickeln. — The students can develop clean and understandable programs based on basic software engineering principles. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage auch größere Java-Programme zu realisieren. Sie können sich eigenständig und schnell in Programm-Bibliotheken oder zukünftige Features von Java oder ähnlichen Programmiersprachen einarbeiten. — The students are able to also implement larger Java programs. They can independently and quickly familiarize themselves with program libraries or future features of Java or similar programming languages.
Inhalt Course content	Aufbauend auf Programmierung I vermittelt Programmierung II fortgeschrittene Programmierkonzepte in Java. Diese Konzepte werden beim Erstellen größerer imperativer Programme in der Programmiersprache Java auch praktisch eingesetzt. Neben syntaktisch korrektem und fehlerarmen objektorientiertem Programmieren wird großer Wert auf Verständlichkeit und Stil des entstehenden Programmcodes gelegt. Durch die Vorschaltung einer rechnergestützten Prüfung der Abgaben (durch den Praktomat) wird die Einhaltung dieser Anforderungen restriktiver gefordert und geprüft als dies durch alleinige manuelle Korrektur der Fall wäre. Konkrete Inhalte sind: ▪ Programmierstil ▪ Objekte und Klassen ▪ Objektorientierte Programmierung ▪ Fehlerbehandlung ▪ Ein- und Ausgabe ▪ Generische Datentypen ▪ Container

	▪ Nebenläufigkeit ▪ Graphische Oberflächen mit Swing — Building on Programming I, Programming II teaches advanced programming concepts in Java. These concepts are also used practically when creating larger imperative programs in the Java programming language. In addition to syntactically correct and error-free object-oriented programming, great importance is placed on the comprehensibility and style of the resulting program code. By using computer-aided checks of the submissions (Artemis), compliance with these requirements is demanded and checked more restrictively than it would be the case with manual correction alone. Specific contents are: ▪ Programming style ▪ Objects and classes ▪ Object-oriented programming ▪ Error handling ▪ Input and output ▪ Generic data types ▪ Containers ▪ Concurrency ▪ Graphical interfaces with Swing
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio (Artemisübungen mit ca. 4 Programmieraufgaben verteilt über das Semester) Portfolio (Artemis exercises with approx. 4 programming assignments spread over the semester)
Medienformen Media used	Beamer und Tafel, Übungen werden online auf Artemis abgegeben Beamer and blackboard, assignment solutions are submitted online to Artemis
Literatur Reading list	Peter Pepper, Programmieren Lernen, 3.Auflage, Springer, 2007 Christian Ullenboom, Java ist auch nur eine Insel, 7. Auflage, Galileo Computing 2007 Allen B. Downey, Chris Mayfield, Think Java, 2nd ed., Green Tea Press, 2020 Christian Ullenboom, Java: The Comprehensive Guide, Rheinwerk, 2023 The Java Tutorial, Oracle Code Conventions for the Java Programming Language, Oracle Joshua Bloch, Effective Java Programming Guide, Addison-

	Wesley, 2005 Bruce Eckel, Thinking in Java, Fourth Edition, Prentice Hall James Gosling, Bill Joy, Guy Steele, Gilad Bracha, The Java Language Specification, Third Edition, The Java Series, Addison Wesley 2005

5306	Theoretische Informatik Theoretical Computer Science	PN 406010
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rutter, Sudholt	
Dozent(in) Lecturer	Rutter, Sudholt	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Mathematics & Theoretical Computer Science"	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 75 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 75 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlagen der Informatik, Algorithmen und Datenstrukturen Foundations of Computer Science, Algorithms and Data Structures	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft), B.Sc. Mathematics	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die Grundlagen formaler Sprachen und Probleme, insbesondere kennen sie verschiedene Beschreibungsmöglichkeiten für formale Sprachen sowie verschiede-	

ne Charakterisierungen regulärer Sprachen. Sie kennen zudem die zugehörigen Automatentypen und grundlegenden Berechnungsmodelle. Sie kennen den Unterschied zwischen deterministischen und nicht-deterministischen Berechnungsmodellen. Sie kennen zudem verschiedene Charakterisierungen von Sprachklassen und die Grundzüge zeitbasierter Komplexitätstheorie.

—

The students know the basics of formal languages and problems, in particular they know different description possibilities for formal languages as well as different characterizations of regular languages. They also know the associated automaton types and basic models of computation. They know the difference between deterministic and non-deterministic models of computation. They are also familiar with various characterizations of language classes and the basic features of time-based complexity theory.

Fähigkeiten / Abilities

Die Studierenden sind in der Lage, Sprachen und Probleme als regulär, kontextfrei, kontextsensitiv, entscheidbar oder nicht entscheidbar zu klassifizieren und sie verfügen über Methoden, um die Korrektheit dieser Aussagen zu beweisen. Sie besitzen die Fähigkeit Probleme hinsichtlich ihrer Schwierigkeit zu klassifizieren und haben ein Verständnis für die Grenzen von prinzipieller und effizienter Berechenbarkeit. Sie besitzen zudem die Fähigkeit, Problemstellungen hinsichtlich ihres Ressourcenbedarfs in puncto Laufzeit zu klassifizieren.

—

Students are able to classify languages and problems as regular, context-free, context-sensitive, decidable or non-decidable and have methods to prove the correctness of these statements. They have the ability to classify problems in terms of their difficulty and have an understanding of the limits of computability and efficient solvability. They also have the ability to classify problems with regard to their resource requirements in terms of running time.

Kompetenzen / Competencies

Die Studierenden besitzen die Kompetenz, Konzepte der Informatik mit theoretischen Modellen zu beschreiben. Sie sind in der Lage, Methoden der theoretischen Informatik anzuwenden und auf verwandte Fragestellungen anzupassen.

—

Students have the competence to describe concepts of computer science with theoretical models. They are able to apply methods of theoretical computer science and adapt them to

	related problems.
Inhalt Course content	Reguläre Sprachen, deterministische und nicht-deterministische endliche Automaten, Modellierung mit endlichen Automaten, das Pumping-Lemma, Abschlusseigenschaften regulärer Sprachen, Myhill-Nerode-Relationen, allgemeine und kontextfreie Grammatiken und Sprachen, Chomsky-Hierarchie, Kellerautomaten, kontextfreies Pumping-Lemma, Abschlusseigenschaften, deterministische und nicht-deterministische Turingmaschinen und Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit, Semi-Entscheidbarkeit und Unentscheidbarkeit, Halteproblem, Zeitkomplexität, Grundlagen zur NP, Reduzierbarkeit und ausgewählte NP-schwere Probleme — Regular languages, deterministic and non-deterministic finite automata, modeling with finite automata, the Pumping Lemma, closure properties of regular languages, Myhill-Nerode relations, general and context-free grammars and languages, the Chomsky hierarchy, pushdown automata, the Context-Free Pumping Lemma, closure properties, deterministic and non-deterministic Turing machines and computability, decidability, semi-decidability and undecidability, the Halting Problem, time complexity, basics of NP, reducibility and selected NP-hard problems.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 min) Written Exam (120 min)
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer und Tafel Presentation with projector and blackboard
Literatur Reading list	Vorlesungsunterlagen / lecture notes U. Schöning, Theoretische Informatik – kurz gefasst, Spektrum-Verlag, 2008 I. Wegener, Theoretische Informatik. Teubner, 1993: I. Wegener, Kompendium Theoretische Informatik - eine Ideensammlung. Teubner, 1996 I. Wegener, Komplexitätstheorie - Grenzen der Effizienz von Algorithmen. Springer, 2003 M. Sipser, Introduction to the Theory of Computation, Cengage Learning, 2012 S. Arora, B. Barak, Computational Complexity: A Modern Approach, Cambridge University Press, 2009 D.C. Kozen, Automata and Computability, Springer, 1997 J.E. Hopcroft, R. Motwani, J.D. Ullmann Automata Theory, Languages, and Computation, Pearson, 2006

5312 Information Retrieval und Natural Language Processing Information Retrieval and Natural Language Processing	PN 405375
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hautli-Janisz
Dozent(in) Lecturer	Hautli-Janisz
Sprache Language of instruction	Englisch
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Natural Language Processing and Multilingual Computational Linguistics" (NLP)
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben ein systematisches Verständnis grundlegender und fortgeschrittener Techniken textbasierter Information-Retrieval-Systeme, von der effizienten Textindexierung bis hin zu den Kernkomponenten, Bewertungsme-

	thoden und gesellschaftlichen Auswirkungen moderner Web-Suchmaschinen. Die Studierenden kennen auch die Kernbereiche und grundlegenden Techniken der natürlichen Sprachverarbeitung. — Students acquire a systematic understanding of basic and advanced techniques of text-based information retrieval systems, ranging from efficient text indexing, different IR models to the core components, evaluation methods and societal impact of modern web search engines. Students also know about the key areas and basic techniques of Natural Language Processing. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden sind in der Lage, die Gewichtungen, Rankings und Performanzen verschiedener Information Retrieval Techniken zu berechnen und kritisch zu hinterfragen. Sie können NLP-Modelle anwenden und für neue Problemstellungen anpassen. — Students possess the ability to compute the weightings, rankings and performances of different information retrieval techniques and critically reflect on them. They can apply NLP models and adapt them to novel tasks. Kompetenzen / Competencies Basierend auf Hintergrundinformationen über Suchraum, Benutzer und Zielbereich können erfolgreiche Kandidaten geeignete Techniken für die Entwicklung ihrer eigenen Kernarchitektur für Information Retrieval identifizieren und bewerten. Sie können die Qualität einer Suchmaschine beurteilen und sind in der Lage, über die Auswirkungen von Suchmaschinen und die damit verbundenen ethischen und rechtlichen Konsequenzen nachzudenken. — Given background information on search space, user and target domain, successful candidates can identify and argue for appropriate techniques for devising their own core information retrieval architecture. They can assess the quality of a search engine and are able to reflect on the impact of search engines and the ethical and regulatory consequences related to them.
Inhalt Course content	Information Retrieval ist der Prozess, durch den ein Computersystem auf die Anfrage eines Benutzers nach Informationen zu einem bestimmten Thema antworten kann. IR war eines der ersten und ist nach wie vor eines der wichtigsten Probleme im Bereich der natürlichen Sprachverarbeitung (NLP). Die Websuche ist die Anwendung von Information-Retrieval-Techniken auf den größten Textkorpus überhaupt - das Web - der Kon-

text, in dem die meisten Menschen mit IR-Systemen interagieren. Das Modul berührt am Rande auch verwandte Themen wie die Ethik der künstlichen Intelligenz und ihre Auswirkungen auf die Gesellschaft der Zukunft.
Die Bereiche des Moduls umfassen:

- Effiziente Indexierung von Texten
- Boolesche und Vektorraum-Retrievalmodelle
- Probabilistische IR
- Bewertung und Schnittstellenfragen
- IR-Techniken für das Web, einschließlich Crawling, linkbasierte Algorithmen und Verwendung von Metadaten
- Clustering und Klassifizierung von Dokumenten
- NLP im weiteren Sinne
- Verteilte Wortrepräsentationen für IR
- Traditionelle und auf maschinellem Lernen basierende Ranking-Ansätze
- Personalisierung
- Question-Answering Systeme
- KI und Gesellschaft

—

Information retrieval is the process through which a computer system can respond to a user's query for information on a specific topic. IR was one of the first and remains one of the most important problems in the domain of natural language processing (NLP). Web search is the application of information retrieval techniques to the largest corpus of text anywhere — the web — and it is the context where many people interact with IR systems most frequently. One session is held by a representative from search industry, so students learn first-hand of the methods that have made search so compelling today and why search is not yet solved. The course also briefly touches upon related topics such as ethics of Artificial Intelligence and its impact on the society of the future.

Topics of the module include:

- Efficient text indexing
- Boolean and vector-space retrieval models
- Probabilistic IR
- Evaluation and interface issues
- IR techniques for the web, including crawling, link-based algorithms, and metadata usage
- Document clustering and classification
- NLP more broadly
- Distributed word representations for IR
- Traditional and machine learning-based ranking approaches

	▪ Personalization ▪ Question-answering ▪ AI and society
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90 min. Klausur 90 min written exam
Medienformen Media used	Präsentation mit Projektor, Computer für Programmieraufgaben Presentation with projector, computer for programming tasks
Literatur Reading list	Chris Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze. 2008. Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press `https://nlp.stanford.edu/IR-book/html/htmledition/irbook.html` Chris Manning and Hinrich Schütze. 1999. Foundations of Statistical Natural Language Processing, MIT Press `https://nlp.stanford.edu/fsnlp/` For more advanced literature, see lecture slides.

5314 Datenbanken und Informationssysteme I Data Base & Information Systems I	PN 405019
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Scherzinger
Dozent(in) Lecturer	Scherzinger
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Advanced AI – Applied"
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Algorithmen und Datenstrukturen Algorithms and Data Structures
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Informatik, B.Sc. Internet Computing, Lehramt Informatik (vertieft)
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben Kenntnisse über den Einsatz von Datenbanksystemen. Sie kennen die Datenbankanfragesprache SQL und ihre Einbindung in Programmiersprachen. Außerdem lernen sie den grundsätzlichen Aufbau eines Daten-

	banksystems und die Prinzipien der Zugriffskontrolle kennen. — The students acquire knowledge about the use of database systems. They are familiar with the database query language SQL and its integration with programming languages. Additionally, they learn about the basic architecture of a database system and the principles of access control. Fähigkeiten / Abilities Die erfolgreichen Teilnehmer sind in der Lage, auf der Grundlage eines konzeptuellen Entwurfs ein Datenbanksystem mit den Mitteln der Anfragesprache SQL einzurichten und dabei auch die notwendigen Integritätsbedingungen geeignet umsetzen. Außerdem sind sie in der Lage, auch komplexe Anfragen mit der Anfragesprache SQL zu formulieren. — Successful participants are able to set up a database system based on a conceptual design using the query language SQL and to appropriately implement the necessary integrity constraints. Moreover, they are capable of writing complex queries using SQL. Kompetenzen / Competencies Die erfolgreichen Teilnehmer sind in der Lage, selbständig die grundlegenden Anforderungen aus einer Anwendung in einen methodisch sauberen relationalen Datenbankentwurf zu überführen und ein geeignetes Datenbanksystem einzurichten. — Successful participants are able to autonomously translate the fundamental requirements of an application into a methodically sound relational database design and set up an appropriate database system.
Inhalt Course content	Datenbankentwurf, insbesondere mit dem Entity-Relationship-Modell Das relationale Modell: Relationen Relationale Anfragesprachen: SQL, SQL-Erweiterungen Einbindung von SQL in Programmiersprachen Integrität: Strukturelle und domänenspezifische Integritätsbedingungen, ECA-Regeln und Trigger Sicherheit und Zugriffsschutz — Database design, particularly using the Entity-Relationship model. The relational model: Relations Relational query languages: SQL, SQL extensions Integration of SQL into programming languages Integrity: Structural and domain-specific integrity constraints, ECA rules and triggers Security and access control.

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (60 min) Written Exam (60 min)
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer und Tafel, Übungsaufgaben, Einsatz von Softwarepaketen auf dem Rechner,praktische Programmieraufgaben Presentation with a blackboard and projector, exercises, use of software packages on the computer, practical programming tasks
Literatur Reading list	Ramez Elmasri und Shamkant B. Navathe. Grundlagen von Datenbanksystemen. Pearson Studium, 3. Edition, 2002 Alfons Kemper und André Eickler. Datenbanksysteme - Eine Einführung. Oldenbourg Verlag, 7. Edition, 2009 Datenbanksysteme: Eine Einführung (De Gruyter Studium) De Gruyter Oldenbourg, 10th expanded and updated edition (25. September 2015) Übungsbuch Datenbanksysteme, De Gruyter Oldenbourg 3., aktualisierte und erw. Edition (7. Dezember 2011) Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe. Fundamentals of Database Systems, Global Edition. Pearson, 7th Edition, 2016

5370	Einführung in die Stochastik Introduction to Stochastics	PN 400930
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Müller-Gronbach, Rudolf	
Dozent(in) Lecturer	Müller-Gronbach, Rudolf	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Mathematics and Theoretical Computer Science"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Computer Science, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Verständnis der Grundkonzepte und zentraler Ergebnisse der Stochastik im Rahmen einfacher Modelle — Understanding of concepts and key results of introductory sto-	

	chastics. Kompetenzen / Competencies Fähigkeit zur Modellierung und statistischen Analyse einfacher zufälliger Phänomene — Ability to formulate and analyze basic random phenomena.
Inhalt Course content	Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie: Wahrscheinlichkeitsraum, Zufallsvariable, Verteilungsfunktion, diskrete Verteilung und Verteilung mit Lebesgue-Dichte, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, elementare bedingte Wahrscheinlichkeit und Erwartung, Unabhängigkeit, Grenzwertsätze (Gesetze der großen Zahlen, etc.) Darüberhinaus eine Auswahl aus folgenden Themen: Grundkonzepte der Maß- und Integrationstheorie, Konvergenzarten, Ungleichungen aus der Stochastik (Markov Ungleichung, etc.), Schätztheorie (Maximum-Likelihood-, Bayes- und Momentschätzer), Konfidenzintervalle, Hypothesentests. — Concepts of measure and probability theory: Probability space, random variable, distribution function, discrete distribution, distribution with Lebesgue density, expectation, variance, covariance, elementary conditional probability and expectation, independence, limit theorems (law of large numbers, etc.). Moreover, a selection of the following topics: Concepts of measure and integration theory, types of convergence, stochastic inequalities (Markov inequality, etc.), estimation theory (maximum-likelihood method, Bayes and method of moments), confidence intervals, hypothesis testing.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Either written exam (120 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Folien oder Tafel Presentation with a projector or blackboard or other virtual formats
Literatur Reading list	Dümbgen: Stochastik für Informatiker Henze: Stochastik für Einsteiger Irle: Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

5372	Analysis II	PN 401811
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kaiser, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	
Dozent(in) Lecturer	Kaiser, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Advanced AI — Theoretical"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die wesentlichen Begriffe und Methoden der Analysis von Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher und grundlegende topologische Konzepte in metrischen und normierten Räumen. —	

	The students are familiar with the essential concepts and methods of the analysis of functions of several real variables and basic topological concepts in metric and normed spaces. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Aufgabenstellungen, bei denen Stetigkeit und Differentiation von Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher eine Rolle spielt, zu bearbeiten. Insbesondere beherrschen sie Grundkonzepte für die Lösung von Optimierungsaufgaben. — The students are able to solve fundamental problems involving continuity and differentiation of functions of several real variables. In particular, they master basic concepts for solving optimization problems.
Inhalt Course content	Ein erster zentraler Aspekt ist die Behandlung von Funktionenräumen (z.B. Räume stetiger und differenzierbarer Funktionen), insbesondere algebraische und ordnungstheoretische Strukturen sowie punktweise und gleichmäßige Konvergenz. Weiter ist von fundamentaler Bedeutung für die Veranstaltung die Theorie der Integration von Funktionen einer reellen Variablen nach Riemann, insbesondere die wichtigsten Integrationsmethoden. Des Weiteren werden Erweiterungen der Integraldefinition (z.B. Integral komplexwertiger Funktionen und uneigentliche Integrale) sowie Parameterintegrale (z.B. Stetigkeit und Differenzierbarkeit parameterabhängiger Integrale oder Differentiation unter dem Integral) behandelt. Mögliche Anwendungen (z.B. Satz von Weierstraß, Charakterisierung konvexer Funktionen, Integralform des Taylor-Restgliedes) werden aufgezeigt. Das Studium der partiellen und totalen Differenzierbarkeit von Funktionen mehrerer reeller Variablen schließt sich an. Zentrale Ergebnisse der Theorie (z.B. Satz von Schwarz, multivariater Satz von Taylor, multivariater Mittelwertsatz) werden untersucht und angewendet (z.B. Extremwertaufgaben, Charakterisierung der Konvexität). Abschließend werden noch zentrale Ergebnisse der Differentiationsrechnung im Rn behandelt (z.B. der Satz von der inversen Abbildung, der Satz von der offenen Abbildung, der Satz über implizite Funktionen, Extremwerte mit Nebenbedingungen). Bestimmung der Länge von Kurven und weitere elementare Eigenschaften von Kurven werden außerdem behandelt. — A first central aspect is the treatment of function spaces (e.g., spaces of continuous and differentiable functions), particularly algebraic and order-theoretical structures, as well as pointwise

	and uniform convergence. Furthermore, the theory of integration of functions of a real variable according to Riemann is of fundamental importance for the course, especially the key integration methods. Additionally, extensions of the integral definition (e.g., integrals of complex-valued functions and improper integrals) and parameter integrals (e.g., continuity and differentiability of parameter-dependent integrals or differentiation under the integral sign) are discussed. Possible applications (e.g., Weierstrass' Theorem, characterization of convex functions, integral form of the Taylor remainder) are demonstrated. The study of partial and total differentiability of functions of several real variables follows. Key results of the theory (e.g., Schwarz's Theorem, multivariable Taylor's Theorem, multivariable Mean Value Theorem) are explored and applied (e.g., extremum problems, characterization of convexity). Finally, central results of differential calculus in R^n are treated (e.g., the Inverse Function Theorem, the Open Mapping Theorem, the Implicit Function Theorem, extremum problems with constraints). The determination of the length of curves and other elementary properties of curves are also covered.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Written exam (120 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer oder Tafel Board, projector, exercise sheets
Literatur Reading list	z.B. O. Forster, Analysis 2, Vieweg 2005 H. Heuser, Lehrbuch der Analysis.Teil 2, Vieweg 2004

5378	Stochastik für Informatiker Mathematics for Computer Science III	PN 400940
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Müller-Gronbach	
Dozent(in) Lecturer	Gilch	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Mathematics and theoretical computer science"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Verständnis der Grundkonzepte und zentraler Ergebnisse der Stochastik und Statistik im Rahmen einfacher Modelle —	

	Understanding of the basic concepts and key results of stochastics and statistics within the framework of simple models Kompetenzen / Competencies Fähigkeit zur Modellierung und statistischen Analyse einfacher zufälliger Phänomene — Ability to model and statistically analyze simple random phenomena
Inhalt Course content	Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie: Wahrscheinlichkeitsraum, Laplace-Räume, elementare bedingte Wahrscheinlichkeit, Unabhängigkeit, diskrete Zufallsvariable, Zufallsvariablen mit Dichten, Verteilungsfunktion, Erwartungswert, Varianz, diskrete Zufallsvektoren und Zufallsvektoren mit Dichten, Kovarianz, Korrelation Grenzwertsätze: Lemmas von Borel-Cantelli, Starkes Gesetz der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz Grundbegriffe der schließenden Statistik: Parameterschätzung, Maximum-Likelihood Verfahren, Momenten-Methode, Bayes-Schätzer, Konfidenzintervalle für Erwartunswert und Varianz, einfache statistische Tests, Fehler 1./2. Art, t-Tests, χ^2-Test, lineare Regression — Basic concepts of probability theory: Probability space, Laplace spaces, elementary conditional probability, independence, discrete random variables, random variables with densities, distribution function, expectation and variance of real-valued random variables, discrete random vectors and random vectors with densities, covariance, correlation Limit theorems: Borel-Cantelli lemmas, strong law of large numbers, central limit theorem Basic concepts of inferential statistics: Parameter estimation, maximum likelihood method, moment method, Bayesian estimator, confidence intervals for expectation and variance, simple statistical tests, type I/II errors, t-tests, χ^2-Test, linear regression
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klasur (120 Minuten) Written Exam (120 min)
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Folien oder Tafel Presentation and blackboard, slides, beamer
Literatur Reading list	Dümbgen: Stochastik für Informatiker Henze: Stochastik für Einsteiger Irle: Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik Kurt: Stochastik für Informatiker

5380	Grundlagen der KI: Deep Learning Foundations of AI: Deep Learning	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Lemmerich	
Dozent(in) Lecturer	Lemmerich	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Artificial Intelligence"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 45 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlegende Programmierkenntnisse in Python,wie in „Programmierung für Datenanalyse"gelehrt Basic programming skills in Python, as taught in Programming for Data Analytics.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über künstliche neuronale Netze, Standardalgorithmen und aktuelle state-of-the-art-Techniken sowie praktische Erfahrungen mit	

	Werkzeugen zur Anwendung von Deep Learning auf maschinelle Lernprobleme. Sie entwickeln die Fähigkeit, neuronale Netzwerkarchitekturen fürspezifische Aufgaben zu implementieren und zu optimieren, und stärken ihre Kompetenzen in der Analyse, Bewertung und eigenständigen Entwicklung problemorientierter Deep-Learning-Lösungen. — Students will gain foundational knowledge of artificialneural networks, standard algorithms, and state-of-the-art techniques, along with hands-on experience using tools to apply deep learning to machine learning problems. They will develop the ability to implement and optimize neural network architectures for specific tasks and enhance their skills in analyzing, evaluating, and independently designing problem-oriented deep learning solutions.
Inhalt Course content	Der Kurs bietet einen Überblick über die Grundlagen und aktuelle Ansätze des Deep Learning sowie dessen Hauptanwendungsfelder. Insbesondere werden folgende Themen behandelt: ▪ Grundlagen des Repräsentationslernens ▪ Perceptron-Lernen ▪ Feedforward-Neuronale Netze ▪ Gradient Descent und Backpropagation ▪ Regularisierung im Deep Learning ▪ Fortgeschrittene neuronale Netzwerkarchitekturen wie Convolutional und Recurrent Neural Networks ▪ Aktuelle Entwicklungen im Bereich des Deep Learning — The course will give an overview on the fundamentals and current approaches for deep learning and its main applications fields. In particular, it will cover: ▪ Basics of Representation Learning ▪ Perceptron Learning ▪ Feedforward Neural Networks ▪ Gradient Descent and Backpropagation ▪ Regularization in Deep Learning ▪ Advanced Neural Network Architectures such as Convolutional and Recurrent Neural Networks ▪ State-of-the-art developments in Deep Learning
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written or 20-minutes oral examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the

	semester
Medienformen Media used	Beamer, Tafel Beamer, whiteboard
Literatur Reading list	Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. MIT press, 2016. Aggarwal, Charu C. "Neural networks and deep learning.SSpringer 10 (2018): 978-3. Weitere Literatur wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. — Additional literature will be announced at the beginning of the semester.

5381 Grundlagen der KI: Probabilistic Machine Learning Foundations of AI: Probabilistic Machine Learning	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Granitzer
Dozent(in) Lecturer	Granitzer
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Artificial Intelligence"
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 45 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 45 hrs exercises + 45 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Foundations of AI II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der grundlegenden Begriffe und Methoden aus dem Bereich des statistischen (maschinellen) Lernens. Sie sind mit den Möglichkeiten und Ansätzen des Feature Engineerings sowie den Methoden zur empirischen Evaluation von überwachten und unüberwachten

	Lernverfahren vertraut. Zudem kennen sie die Grundlagen probabilistischer graphischer Modelle im Bereich des maschinellen Lernens und verfügen über Grundkenntnisse der zugehörigen Inferenzmethoden und Einsatzgebiete. — The students have knowledge of basic concepts and methods in the field of probabilistic (machine) learning. They are familiar with the possibilities and approaches of feature engineering and with methods for the empirical evaluation of supervised and unsupervised learning methods. Additionally, they understand the basics of probabilistic graphical models in machine learning and have fundamental knowledge of related inference methods and application areas.
Inhalt Course content	▪ Grundlagen des statistischen Lernens und des probabilistischen Maschinellen Lernen ▪ Repräsentation von Daten ▪ Feature Engineering ▪ Naive Bayes ▪ Probabilistische Graphische Modelle ▪ Bayesian Belief Networks ▪ Bayesian Linear Models ▪ Mixture models ▪ Lernen als Inferenz ▪ Evaluierung von Modellen, Model Selektion und Hyperparameter Selektion — ▪ Fundamentals of Statistical Learning and Probabilistic Machine Learning ▪ Data Representation ▪ Feature Engineering ▪ Naive Bayes ▪ Probabilistic Graphical Models ▪ Bayesian Belief Networks ▪ Bayesian Linear Models ▪ Mixture models ▪ Learning as Inference ▪ Model Evaluation, Model Selection, and Hyperparameter Tuning
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben 60-minute written or oral exam (approx. 20 minutes); the ex-

	act assessment type will be announced at the beginning of the semester
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer Presentation with projector
Literatur Reading list	Literatur wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. — Literature will be announced at the beginning of the semester.

5452	Bildverarbeitung Digital Image Processing	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sauer, Forster-Heinlein	
Dozent(in) Lecturer	Sauer, Forster-Heinlein	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Visual Computing & Data Science" (VCDS)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Alegbra I und Analysis I Linear Algebra I and Analysis I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Bachelor Informatik, Bachelor Internet Computing Bachelor Computer Science, Bachelor Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte der Signal- und Verfahren zur Bildverarbeitung und wissen, wie diese hergeleitet werden und ihre Korrektheit bewiesen wird. —	

	Students know the basic concepts of signal processing and image processing methods and know how these are derived and how their correctness is proven. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können Verfahren zur Bildverarbeitung implementieren, modifizieren und in gewissem Rahmen auch neu entwickeln. Außerdem können sie verschiedene Algorithmen vergleichen, bewerten und auf Korrektheit untersuchen. — Students can implement, modify and, to a certain extent, develop new image processing methods. They can also compare and evaluate different algorithms and analyse them for correctness. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können mit Signal- und Bildverarbeitungsalgorithmen theoretisch und praktisch umgehen. — The students have the competence to deal with signal and image processing algorithms theoretically and practically.
Inhalt Course content	Mathematische Grundlagen: Signalverarbeitung, FFT, Transformationen und Optimierung. Entrauschen, Kompression, Feature Detection, Bildregistrierung, Impainting. — Mathematical basics: signal processing, FFT, transformations and optimisation. Denoising, compression, feature detection, image registration, impainting.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben 90-minute written or 20-minutes oral examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty's website
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Wird vom Dozenten/ von der Dozentin bekannt gegeben. To be announced by the lecturer.

5481	Grundlagen der KI: Multiagent Systems Foundations of AI: Multiagent Systems	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Harks	
Dozent(in) Lecturer	Harks	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Foundations of Artificial Intelligence"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	50 Std. Präsenz + 25 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 50 contact hours + 25 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Lineare Algebra I Linear Algebra I	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis I, Analysis II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Informatik Bachelor Mathematics, Bachelor Computer Science	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der im Bereich der Multiagentensysteme. — The students learn the foundations of multiagent systems.	

	Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können verteilte Multiagentenysteme mit strategischer Interaktion modellieren und analysieren. Insbesondere spieltheoretische Modelle und algorithmische Zugänge zur Berechnung von Gleichgewichtslösungen werden vermittelt. Weiterhin wird die Theorie des Mechanismus Design für Multiagentensysteme gelehrt. — The students are able to model multiagent distributed systems with strategically interacting agents. They are able to algorithmically solve such systems by means of computing equilibrium solutions. They also learn the theory of mechanism design for distributed resource allocation problems. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden haben die Kompetenz, verteilte Multiagentenysteme mit strategischer Interaktion zu modellieren, zu bewerten und mit Rechnerunterstützung zu lösen. — The students have the competence to model and algorithmically model distributed multiagent systems with strategically interacting agents and to compute the corresponding equilibrium points.
Inhalt Course content	Distributed Optimization, Nash-Equilibrium, Congestion Games, Pricing, Resource Allocation, Auctions, Mechanism Design, Learning in Games
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige Klausur (oder 30 Minuten mündliche Prüfung) über die Themen: Distributed Optimization, Nash-Equilibrium, Congestion Games, Pricing, Resource Allocation, Auctions, Mechanism Design, Learning in Games Exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes) covering the topics: Distributed Optimization, Nash-Equilibrium, Congestion Games, Pricing, Resource Allocation, Auctions, Mechanism Design, Learning in Games
Medienformen Media used	Tafelanschrieb Black board (videos in case of virtual lecture)
Literatur Reading list	Skriptum

5483	Mathematik des Maschinellen Lernens Mathematics of Machine Learning	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Harks, Prochno, Rudolf	
Dozent(in) Lecturer	Harks, Prochno, Rudolf	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Advanced AI — Theoretical"	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 105 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Analysis 1 und 2, Lineare Algebra, Einführung in die Stochastik Analysis 1 and 2, Linear Algebra, Introduction to stochastics	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierkenntnisse, Wahrscheinlichkeitstheorie Programing knowledge, probability theory	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bzgl. der mathematischen Theorie des Maschinellen Lernens, der Analyse und Entwicklung von Algorithmen (zur Klassifikation und Regression) sowie deren Anwendung. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf den grundlegenden Prinzipien der Lerntheorie.	

	Darüber hinaus werden verschiedene Ansätze und Methoden untersucht, die den Übergang der theoretischen Grundlagen zu anwendbaren Algorithmen veranschaulichen, wobei auch deren Unterschiede, Grenzen und Abweichungen kritisch betrachtet werden. — Students acquire advanced knowledge of the mathematical theory of machine learning, the analysis and development of algorithms (e.g. for classification and regresseion), and their practical application. A particular focus is placed on the fundamental principles of learning theory. Additionally, various approaches and methods are explored to illustrate the transition from theoretical foundations to practical algorithms, with a critical examination of their differences, limitations, and deviations.
Inhalt Course content	**General content:** ▪ Empirical risk minimization ▪ Learning models ▪ Learning via uniform convergence ▪ Linear predictors ▪ Bias Variance trade-off and VC dimension ▪ Stochastic Gradient Descent **Additional a selection from the following topics:** ▪ Boosting ▪ Nonuniform Learning and Model Selection ▪ Support Vector Machines ▪ Kernel Methods ▪ Decision trees/Nearest neighbor ▪ Clustering ▪ Neural networks/Dimensionality reduction ▪ Generative Models
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Entweder 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben Either written exam (90 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und/oder Beamer Presentation with a projector or blackboard
Literatur Reading list	C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 Devroye, Györfi, Lugosi, A Probabilistic Theory of Pattern Re-

	cognition, Springer 1996 S. Foucart, Mathematical Pictures at a Data Science Exhibition, Cambridge University press, 2022 K. P. Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT S. Shalev-Shwartz, S. Ben-David, Understanding machine learning: From theory to algorithms, Cambridge University press, 2014.

5485	Monte-Carlo Methoden Monte Carlo Methods	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregluar	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rudolf	
Dozent(in) Lecturer	Rudolf	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 105 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis 1 und 2, Einführung in die Stochastik, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie Analysis 1 and 2, Intorduction to Stochastics, Linear Algebra, Probability theory	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Keine None	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bzgl. der Analyse und Konstruktion von Monte Carlo-Methoden zum Lösen von Integrations-, Approximations-, Sampling- und Opt-	

	mierungsproblemen. Sie kennen und verstehen verschiedene Algorithmische Ansätze und können diese anwenden. Darüber hinaus erlangen die Studierenden vertiefendes Wissen über Beweistechniken zum Verifizieren von Konvergenzaussagen und Fehlerabschätzungen. — The students acquire advanced knowledge regarding the analysis and construction of Monte Carlo methods for solving integration, approximation, sampling, and optimization problems. They are familiar with and understand various algorithmic approaches and can apply them. Additionally, the students gain in-depth knowledge of proof techniques for verifying convergence statements and error estimates.
Inhalt Course content	▪ Motivation Monte Carlo-Methoden ▪ Algorithmen, Fehlerbegriffe, Kosten, ▪ Direkte Simulation ▪ Grenzwertsätze ▪ Simulation von Verteilungen ▪ Varianzreduktionstechniken ▪ Multilevel Methodik ▪ Markov-Ketten Monte Carlo-Methode ▪ Stochastisches Gradientenverfahren — ▪ Motivation Monte Carlo methods, ▪ Algorithms, Error, Cost ▪ Simple Monte Carlo/Direct Simulation ▪ Limit theorems ▪ Simulation of distributions ▪ Standard variance reduction techniques ▪ Multilevel methods for numerical integration ▪ Markov chain Monte Carlo ▪ Stochastic gradient descent
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Entweder 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten). Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Either written exam (90 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und/oder Beamer Presentation with a projector or blackboard

Literatur Reading list	T. Müller-Gronbach, E. Novak, and K. Ritter. Monte Carlo-Algorithmen. Springer, 2012. S. Shalev-Shwartz, S. Ben-David, Understanding machine learning: From theory to algorithms, Cambridge University press, 2014.

5486 Bayes'sche Inferenz und Maschinelles Lernen Bayesian Inference and Machine Learning	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rudolf
Dozent(in) Lecturer	Rudolf
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis 1 und 2, Einführung in die Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie Analysis 1 and 2, Introduction to Stochastics, Probability theory
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden erwerben vertiefende theoretische Kenntnisse bzgl. Bayes'scher Inferenz und erlernen Methoden zur Vorhersage bzw. dem Generieren von Samples. Sie kennen und

	verstehen verschiedene Algorithmen zum approximativen Simulieren von Verteilungen basierend auf variationeller Inferenz sowie Score-based und generativen Modellen. — The students acquire advanced theoretical knowledge of Bayesian inference and learn methods for prediction and sample generation. They are familiar with and understand various algorithms for approximate simulation of distributions based on variational inference, score-based methods, and generative models.
Inhalt Course content	▪ Entscheidungs- und Schätztheorie ▪ Exponentialfamilien ▪ Konjugierte Klassen bzgl. Prior und Posteriorverteilung ▪ Prädiktive Inferenz, ▪ Bayes'sche inverse Probleme ▪ Approximative Simulation von Posterior-Verteilung (Variationelle Inferenz, Score-based Modelle und Generative Modelle) ▪ Subsampling und Stochastisches Gradientenverfahren — ▪ Decision and estimation theory, ▪ Exponential families, ▪ Conjugate classes of priors and posteriors ▪ Bayesian inverse problems ▪ Approximative sampling (variation inference, score based models, generative models) ▪ Subsampling and stochastic gradient descent
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Entweder 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten). Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Either written exam (90 minutes) or oral exam (about 20 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und/oder Beamer Presentation with a projector or blackboard
Literatur Reading list	M. Figueiredo, Lecture Notes on Bayesian Estimation and Classification, 2004. C. Robert, The Bayesian Choice, 2007 A. Young, R. Smith, Essentials of Statistical Inference, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.

	J. Berger. Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis, Springer,1993.

5487	AI-Driven Software Development	PN 405320
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	In der Regel jedes Sommersemester Usually every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Fraser	
Dozent(in) Lecturer	Fraser	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Software Engineering” (SE)	
Lehrform/SWS Contact hours	2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbearbeitung 30 contact hours + 120 hours independent study	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I + II, Software Engineering, Software Testing Programming I + II, Software Engineering, Software Testing	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse im Software Engineering, indem sie moderne KI-gestützte Werkzeuge und Methoden in die praxisnahen Entwicklung von Softwareprojekten integrieren. Der Schwerpunkt liegt auf der Anwendung von LLMs zur Unterstützung klassischer Software-Engineering-Aufgaben wie Anforderungsanalyse, Prototyping, Codierung,	

	Testautomatisierung und Refactoring. — Students deepen their knowledge of software engineering by integrating modern AI-driven tools and methods into the practical development of software projects. The focus is on applying LLMs to support classical software engineering tasks such as requirements analysis, prototyping, coding, test automation, and refactoring. Fähigkeiten / Abilities Die Teilnehmer erlernen die Fähigkeit, KI-gestützte Softwareentwicklung effektiv einzusetzen, indem sie LLMs in bestehende Entwicklungsprozesse integrieren. Sie können AI-gestützte Tools nutzen, um Softwaretests zu automatisieren, Codequalität zu verbessern und Entwicklungsprozesse effizienter zu gestalten. — Participants develop the ability to effectively apply AI-driven software development by integrating LLMs into existing development processes. They can leverage AI-powered tools to automate software testing, improve code quality, and enhance development efficiency. Kompetenzen / Competencies Die Teilnehmer erwerben praxisnahe Kompetenzen in der Entwicklung und Implementierung von Projekten mithilfe von KI-gestützten Softwarelösungen. Sie sind in der Lage, moderne Software-Engineering-Techniken mit LLMs zu kombinieren, um Herausforderungen in Bereichen wie Anforderungsmanagement, Codegenerierung, Qualitätssicherung und automatisierte Tests zu bewältigen. — Participants acquire hands-on competencies in developing and implementing projects using AI-driven software solutions. They are able to combine modern software engineering techniques with LLMs to address challenges in areas such as requirements management, code generation, quality assurance, and automated testing.
Inhalt Course content	— The course covers the following topics: ▪ Prompt Engineering ▪ AI Agents for Software Development ▪ Requirements Engineering ▪ Prototyping ▪ AI-Assisted Coding ▪ AI-Driven Testing and Quality Assurance ▪ Refactoring and Code Cleaning

	▪ Development Processes and Collaboration Exercise: Introduction to common software engineering tasks and how AI can support them. Explanation of the projects and requirements for portfolio components as well as questions about the task and the respective solution approaches Independent study: Processing of projects
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio-Prüfung. Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. Mögliche Portfoliobestandteile umfassen: ▪ Dokumentierter und ausführbarer Quellcode der Projektaufgaben ▪ Live-Demonstration der implementierten Softwarelösung ▪ Technischer Bericht über die Nutzung und Erfahrungen mit dem KI-gestützten Prozess ▪ Laufende technische Teilberichte, zusammengefasst in einem abschließenden Gesamtbericht ▪ Präsentation der Arbeit nach jedem Teilabschnitt des Projekts ▪ Verlauf der verwendeten Prompts ▪ Versionshistorie, z. B. mit Git Portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester. Possible portfolio components include: ▪ Documented and executable source code for project tasks ▪ Live demonstration of the implemented software solution ▪ Technical report on the use and experience of the AI-driven process ▪ Ongoing technical sub-reports, compiled into a final comprehensive document ▪ Presentation of work after each sub-part of the project ▪ History of prompts used ▪ Version history, e.g., using Git
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekanntgegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit von der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.

	Will be announced in the lectures. Further reading will be announced for the individual assignments.

5488	Legal Aspects of AI	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Beurskens	
Dozent(in) Lecturer	Beurskens, Bomhard, Valeriusrskens	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Responsible AI"	
Lehrform/SWS Contact hours	1V	
Arbeitsaufwand Workload	15 Std. Präsenz, 75 Std. Eigenarbeitszeit 15 hrs presence + 75 hrs self-study & exam preparation	
ECTS Credits	3	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Schüler haben ein grundlegendes Verständnis dafür, wie rechtliche Vorschriften funktionieren und wer diese Vorschriften festlegt. Sie sind in der Lage, geltende Regeln im Internet zu recherchieren und zu finden. Die Schülerinnen und Schüler können die Berechtigung und Kritik von rechtlichen Vorgaben erkennen und die zugrunde liegenden Grundsätze verständlich erklären. Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass rechtli-	

che Regelungen klare Definitionen erfordern und verstehen, dass abstrakte Begriffe keine geeignete Grundlage für staatliche Durchsetzung und Sanktionen sind.

—

The students have a fundamental understanding how legal rules work and who sets these rules. They are able to research and find applicable rules on the Internet. The students can determine the justification and criticism of legal requirements and can explain the underlying policies in understandable terms. The students know that legal rules require clear definitions and understand that abstract concepts are not a proper basis for state enforcement and sanctions.

Fähigkeiten / Abilities

Die Studierenden sind in der Lage zu bestimmen, ob eine vorgegebene Rechtsvorschrift auf bestimmte KI-Systeme und -Modelle anwendbar ist. Sie können das Risiko der Ungewissheit berücksichtigen und mögliche Vorkehrungen abschätzen. Die Studierenden sind in der Lage, rechtliche Anforderungen bei der Gestaltung von KI-Modellen und KI-Systemen einzuplanen; sie können Risiken durch Filterung und Gestaltung von Benutzeroberflächen sowie durch Warnhinweise und Haftungsausschlüsse berücksichtigen. Die Studierenden sind in der Lage, das Verhältnis zwischen allgemeinen (technologieneutralen) rechtlichen Anforderungen einerseits und speziell auf KI anwendbaren Regeln andererseits zu erklären.

—

Students are able to determine whether a pre-determined legal rule applies to specific AI systems and models. They can account for the risk of uncertainty and assess possible precautions. Students are able to plan for legal requirements in the design of both AI models and AI systems; they can account for risks by filtering and user interface design as well as through warnings and disclaimers. Students are able to explain the relation between general (technology-neutral) legal requirements on the one hand and rules specifically applicable to AI on the other hand.

Kompetenzen / Competencies

Die Studierenden sind in der Lage, die Risiken aktueller und potenzieller zukünftiger Gesetzgebung für ein bestimmtes KI-Modell abzuschätzen und wissen, wann sie Expertenrat einholen müssen. Sie können in allen Planungsphasen eines Softwareprojekts geeignete risikomindernde Maßnahmen ergreifen.

—

Students have the competence to assess risks of current and potential future legislation for a given AI model and

	know when to seek expert advice. They can take proper risk-mitigating measures in all planning stages of a software project.
Inhalt Course content	Der Kurs führt in die grundlegenden Fragen der Auferlegung rechtlicher Regeln, der Überwachung und der möglichen Durchsetzung von Ansprüchen bezüglich „Künstlicher Intelligenz“ durch nationale Regierungen und internationale Organisationen (wie die Europäische Union) ein. Dazu gehören unter anderem ein klar definierter Anwendungsbereich (eine KI-Definition), die Festlegung von Mindestanforderungen und bewährten Praktiken sowie die Kosten und der Aufwand für die Überwachung von Vorschriften. Der Kurs wird dann die Anwendung bestehender Regeln in Fällen untersuchen, die KI-Elemente enthalten, z. B. Haftung für Körperverletzung, Zerstörung von Eigentum usw. sowie die Verwendung von KI-Tools in diesen Fällen. Darüber hinaus werden wir die besonderen Anforderungen des KI-Gesetzes untersuchen und ihre praktischen Auswirkungen erörtern. Der Kurs schließt mit einem Überblick über aktuelle Themen wie Urheberrecht und Arbeitsrecht sowie Wettbewerbs-/Kartellrecht. — The course introduces the fundamental issues of imposing legal rules, supervision and possible enforcement of claims regarding “Artificial Intelligence” by national governments and international organizations (like the European Union). These include inter alia a clearly defined scope (an AI-definition), the determination of minimum requirements as well as best practices as well as the cost and effort of supervision of any rules. The course will then examine the application of existing rules in cases which include AI-elements, e.g. liability for bodily harm, destruction of property, etc. as well as the use of AI-tools in. We will further examine the specific requirements imposed by the AI Act and discuss their practical implications. The course will conclude with an overview of current issues, including copyright law and. employment law as well as competition/antitrust law.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-minütige schriftliche Prüfung oder 60-minütige Multiple-Choice-Prüfung; die genaue Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf der Website der Fakultät bekannt gegeben. 60-minute written examination or 60-minute multiple-choice-examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty’s website.

Medienformen Media used	Präsentation mit einem Projektor Online-Kurs über Illias Presentation with a projector Online-Course via Illias
Literatur Reading list	Verordnung (EU) 2024/1689 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 mit harmonisierten Vorschriften zur künstlichen Intelligenz und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 300/2008, (EU) Nr. 167/2013, (EU) Nr. 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 und (EU) 2019/2144 sowie der Richtlinien 2014/90/EU, (EU) 2016/797 und (EU) 2020/1828 (Künstliche Intelligence Act) (Text mit Bedeutung für den EWR), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj Weißbuch über künstliche Intelligenz: ein europäischer Ansatz für Spitzenleistungen und Vertrauen, https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en Studie des Europarats: Algorithmen und Menschenrechte, https://rm.coe.int/algorithms-and-human-rights-en-rev/16807956b5 Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act) (Text with EEA relevance), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj White paper on artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust, https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en Council of Europe study: algorithms and human rights, https://rm.coe.int/algorithms-and-human-rights-en-rev/16807956b5

5580	Data and Knowledge Engineering Data and Knowledge Engineering	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Algergawy	
Dozent(in) Lecturer	TBD	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Advanced AI – Applied"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Datenbanken und Informationssystems I Algorithmen und Datenstrukturen Databases and information systems I Algorithms and Data Structures	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erlangen ein systematisches Verständnis des Lebenszyklus von Daten und Wissen, beginnend mit der	

Daten- und Schemaorganisation bis hin zur Wissensrepräsentation und Argumentation. Während der Erkundung des Lebenszyklus von Daten und Wissen lernen die Studierenden grundlegende und fortgeschrittene Modelle und Techniken in Bezug auf die Sammlung, Organisation und Verarbeitung von Daten kennen, um sie zugänglich, nutzbar und aussagekräftig zu machen. Insbesondere sollen die Studierenden lernen, effektive Methoden zur Daten- und Wissenserfassung zu entwickeln, Daten und Wissen mithilfe verschiedener Standardmodelle und -sprachen zu beschreiben und zu organisieren, gesammelte Daten zu untersuchen, um die Datenqualität sicherzustellen, und geeignete Speicher für Daten und Wissen auszuwählen. Darüber hinaus lernen die Teilnehmer, wie sie mit Daten umgehen, die aus unterschiedlichen Quellen stammen und verschiedene Datenformate umfassen, darunter strukturierte, unstrukturierte und halbstrukturierte Daten. Der Kurs behandelt auch die verschiedenen Datenformate, Anwendungstypen und neue Themen der Datenanalyse und -integration.

—

Students will develop a comprehensive and systematic understanding of the data and knowledge lifecycle, starting from organizing data and schemas to exploring knowledge representation and reasoning. They will learn foundational and advanced techniques for collecting, organizing, and processing data to enhance its accessibility and usability. The course will focus on methods for effective data and knowledge collection, structuring and organizing information using standard models and languages, assessing data quality, and selecting suitable storage solutions. Students will also gain expertise in managing diverse data sources and formats, including structured, unstructured, and semi-structured data. Additionally, the curriculum covers topics such as data formats, application types, and emerging trends in data analysis and integration, equipping participants with the skills to handle complex data-driven challenges efficiently.

Fähigkeiten / Abilities

Nach Abschluss dieses Kurses kennen die Studierenden das gesamte Spektrum der Verfahren im Hinblick auf Daten- und Wissenstechnik, d. h. Datenplanung, Datenerfassung, Datenformate, Datenorganisation und -speicherung, gemeinsame Nutzung von Daten, Wiederverwendbarkeit sowie Wissensrepräsentation und Schlussfolgerungen.

—

Upon completion of this course, students will know the full range of practices related to data and knowledge engineering,

	i.e. data planning, data acquisition, data formats, data organisation and storage, data sharing, reusability, and knowledge representation and reasoning. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden erlangen die Kompetenz, geeignete Technologien auszuwählen, um gut organisierte, gut dokumentierte und gemeinsam genutzte Daten bereitzustellen, die von unschätzbarem Wert für die Beratung sind. — Students will gain the competence to select appropriate technologies to provide well-organised, well-documented and shared data that is invaluable for further data analysis.
Inhalt Course content	Teil I: Grundlagen des Data and Knowledge Engineering ▪ Einführung in die Prinzipien und Konzepte des DKE ▪ Datenmodelle (Modellierung) & Organisation ▪ Datenprofilierung und Qualitätsbewertung Teil II: KI für Data Engineering ▪ Feature Engineering & Auswahl ▪ Überwachtes und unüberwachtes Lernen ▪ Data Mining und Knowledge discovery Teil III: Wissensmanagement ▪ Wissensrepräsentation und Schlussfolgerungen ▪ Logische Programmierung und Deduktive Datenbanken ▪ Wissensbasierte Systeme Teil IV: Ethische und rechtliche Überlegungen in DKE ▪ Datenschutz und Provenienz ▪ Daten-Governance — Part I: Fundamentals of data and knowledge engineering ▪ Introduction to the principles and concepts of DKE ▪ Data models (modelling) & organisation ▪ Data profiling and quality assessment Part II: AI for data engineering ▪ Feature engineering & selection ▪ Supervised and unsupervised learning ▪ Data mining and knowledge discovery Part III: Knowledge Management ▪ Knowledge representation and reasoning ▪ Logical programming and deductive database ▪ Knowledge-based systems Part IV: Ethical and legal considerations in DKE ▪ Data protection and provenance ▪ Data Governance

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-min. Klausur 90-minute written examination
Medienformen Media used	Vorlesungen, Präsentation und Demostrationen mit Projektor, Tafel, Tool-Demonstrationen über Beamer, Studierende arbeiten an praktischen Übungen an ihren eigenen Geräten Lectures, Presentation and demonstrations with a projector, blackboard, Practical seminar
Literatur Reading list	Reis, Joe, and Matt Housley.Fundamentals of Data Engineering."O'Reilly Media, Inc", 2022 Kendal, Simon L., and Malcolm Creen.An introduction to knowledge engineering. Springer London, 2007. Heck, Petra. "What About the Data? A Mapping Study on Data Engineering for AI Systems.arXiv preprint arXiv:2402.05156(2024) Reis, Joseph, Matthew L. Housley, and Helena Schock.Handbuch Data Engineering: robuste Datensysteme planen und erstellen. o'Reilly, 2023. Hechler, Eberhard, Maryela Weihrauch, and Yan Wu. "Data fabric and data mesh for the AI lifecycle."Data Fabric and Data Mesh Approaches with AI: A Guide to AI-based Data Cataloging, Governance, Integration, Orchestration, and Consumption. Berkeley, CA: Apress, 2023. 195-228., Atwal, Harvinder.Practical DataOps: Delivering agile data science at scale. Apress, 2019.

5582	Computergraphik Computer Graphics	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sauer	
Dozent(in) Lecturer	Sauer	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Visual Computing & Data Science" (VCDS)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 45 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 60 hrs exercises + 45 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I Linear Algebra I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden sollen grundlegende Prinzipien der Computergrapik verstehen und entsprechende Bibliotheksroutinen ergebnisorientiert verwenden können. —	

	Students become familiar with fundamental principles of Computer Graphics and can use the respective library routines to obtain certain results. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden lernen mehrere formale Sprachen der Informatik kennen und lernen, und Probleme in diesen Sprachen auszudrücken. — The students get to know several formal languages of computer science and learn to express problems in these languages Kompetenzen / Competencies Herleitung und Implementierung grundlegender Algorithmen, Verwendung von Funktionsbibliotheken. — Derivation and implementation of basic algorithms, use of library routines.
Inhalt Course content	Graphik-Pipeline, Rasteralgorithmen, Kamerageometry, Projective Transformationen in 3d, Beleuchtung, Rendering — Graphics pipeline, raster algorithms, camera geometry, 3d projective transformations, lighting, rendering
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. 60-minute written or approx. 20-minutes oral examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty's website.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Foley, van Dam, Feiner, Hughes, Computer Graphics Lecture Notes

5583	Web and Network Science	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Wintersemester Winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Granitzer	
Dozent(in) Lecturer	Granitzer	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Visual Computing & Data Science" (VCDS)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 105 hours of exercises, review, and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills		
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erhalten Einblicke in die Modellierung und Analyse komplexer Netzwerke aus der realen Welt, mit besonderem Fokus auf Netzwerke im Web. Insbesondere wird Wissen zu den folgenden Themen vermittelt: ▪ Grundlagen der Graphentheorie (un-	

gerichtete/gerichtete/bipartite Graphen, Konnektivität, Graph-Traversierung)
- Eigenschaften von webbasierten sozialen Netzwerken (starke und schwache Bindungen, strukturelles Gleichgewicht, Kontext in sozialen Netzwerken, Small-World-Netzwerke)
- Eigenschaften von webbasierten Informationsnetzwerken (Struktur des Webs, dezentrale Suche, Navigierbarkeit von Netzwerken)
- Dynamik und Evolution von Netzwerken
- Aktuelle Trends in Web Science und Network Science

—

The students gain insights into modelling and analysing complex real-world networks, with a special emphasis on networks in the Web. In particular knowledge on the following topics will be gained:
- Basic Graph Theory (Undirected / Directed / Bipartite Graphs, Connectivity, Graph Traversal)
- Properties of Web-based Social Networks (Strong and Weak ties, Structural Balance, Context in Social Networks, Small World Networks)
- Properties of Web-based Information Networks (Structure of the Web, Decentralized Search, Navigability of Networks)
- Network Dynamics and Evolution
- Current trends in Web Science and Network Science

Fähigkeiten / Abilities

Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Netzwerke aus der realen Welt zu analysieren und Schlussfolgerungen zu deren strukturellen Eigenschaften sowie zu deren Dynamik zu ziehen. Sie können verschiedene Algorithmen zur Netzwerkanalyse entwickeln und anwenden, wie z. B. Clustering-Algorithmen zur Erkennung von Substrukturen und Traversierungsalgorithmen zur Schätzung statistischer Eigenschaften (z. B. Zentralität, Clustering-Koeffizient). Darüber hinaus sind sie in der Lage, die Ergebnisse der Algorithmen im Kontext zugrunde liegender sozialer Theorien zu interpretieren, wie z. B. Triadic Closure oder Structural Balance Theory.

—

The students will be able to analyse complex real-world networks and draw conclusions on their structural properties as well as on their dynamic. They will be able to develop and apply different algorithms for analysing networks, like for ex-

	ample clustering algorithms for detecting sub-structures and traversal algorithms for estimating statistical properties (e.g. centrality, clustering coefficient). Furthermore, students will be able to interpret the outcome of the algorithms in terms of underlying social theories, like for example Triadic Closure or Structural Balance Theory. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Netzwerkdaten insbesondere in webbasierten Informationssystemen zu analysieren und diese Analysen zu nutzen, um diese Informationssysteme zu verstehen und weiterzuentwickeln. — Students acquire the competencies to analyse network data especially in web-based information systems and to use this analysis to understand and refine those information systems.
Inhalt Course content	Im Besonderen werden folgende Themen behandelt: ▪ Grundlagen der Netzwerktheorie (Graph-Typen, Konnektivität, Graph-Traversierung) ▪ Webbasierte soziale Netzwerke (Small-World-Phänomen, starke und schwache Bindungen, Informa-tionsfluss, Community-Erkennung) ▪ Analyse des Kontexts sozialer Netzwerke (Homophilie und Segregation) ▪ Positive und negative Beziehungen in Netzwerken ▪ Webbasierte Informationsnetzwerke (Struktur des Webs, Link-Analyse und Websuche) ▪ Netzwerkdynamik (Populationsmodelle, Informationskaskaden, "Rich-get-richerEffekt, kaskadierendes Verhalten in Netzwerken, Netzwerkepidemien) ▪ Aktuelle Trends in Web Science und Network Science — In particular, the following topics are covered: ▪ Basic Network Theory (Graph Types, Connectivity, Graph Traversal) ▪ Web Social Networks (Small World Phenomena, Strong and Weak Ties, Information Flow, Community Detection) ▪ Analysing the context of social networks (Homophily and Segregation) ▪ Positive and Negative Relationships in Networks ▪ Web Information Networks (Structure of the Web, Link Analysis and Web Search) ▪ Network Dynamics (Population Models, Information Cascades, Rich-get-richer, Cascading Behaviour in Net-

	works, Network Epidemics) ▪ Current trends in Web Science and Network Science
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 60-minute written or oral exam (approx. 20 minutes); the exact assessment type will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer Presentation with projector
Literatur Reading list	Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World von David Easley und Jon Kleinberg von Cambridge University Press Barabási, Albert-László. Network science. Cambridge University Press, 2016. Mark Newman, Networks: An Introduction. Oxford University Press, 2010

5600	Effiziente Algorithmen Efficient Algorithms	PN 405121
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rutter, Sudholt	
Dozent(in) Lecturer	Rutter, Sudholt	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 45 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik I Algorithms and Data Structures, Theoretical Computer Science I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis algorithmischer Entwurfs- und Analysetechniken. Sie kennen weiterführende Algorithmen und Datenstrukturen und deren Ei-	

	genschaften. — The students acquire a systematic understanding of algorithmic design and analysis principles. They know advanced algorithms and data structures and their properties. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, algorithmische Probleme in verschiedenen Anwendungsgebieten zu identifizieren und zu formalisieren. Die Studierenden können unbekannte Algorithmen eigenständig verstehen, sie anwenden, ihre Laufzeit bestimmen, sie beurteilen und auf verwandte Problemstellungen übertragen. — The students have the ability to identify algorithmic problems in different application areas and to formalize them. They can understand and apply new algorithms on their own. Moreover, they can analyze their running time, evaluate them and adapt them to related problems. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können für gegebene Problemstellungen geeignete Entwurfs- und Analysetechniken auszuwählen und sie zu nutzen um eigene Algorithmen zu entwerfen, diese zu analysieren und ihre Eigenschaften nachzuweisen. — The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for given problems. They can further apply them to develop and analyze new algorithms.
Inhalt Course content	Dieses Modul vertieft die Grundlagen der Algorithmik. Es werden fortgeschrittenen Analyse- und Entwurfstechniken für Algorithmen und Datenstrukturen vorgestellt, (z.B. amortisierte Analyse, dynamische Programmierung, Greedy, Divide & Conquer, Modellierung mit LPs) und deren Anwendung an konkreten Problemstellungen illustriert (z.B. Union-Find, Flussmethoden, Schnitte in Graphen, Spannbäume, Matchings). Darüber hinaus werden Techniken zum Umgang mit NP-schweren Problemen vermittelt. — This module deepens the fundamentals of Algorithms. Advanced design and analysis techniques for algorithms are presented (e.g., amortized analysis, dynamics programming, greedy, divide & conquer, Modeling with LPs) and their application is demonstrated for concrete examples (e.g., union-find, cuts and flows in graphs, spanning trees, matchings). Additionally, techniques for handling NP-hard problems are presented.

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) oder Klausur (ca. 90 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Oral exam (about 30 minutes) or written exam (90 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms Korte, Vygen: Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms

5610	Praktische Parallelprogrammierung Practical Parallel Programming	PN 405281
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	In der Regel jedes Sommersemester Usually every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Fraser	
Dozent(in) Lecturer	Größlinger	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Software Engineering” (SE)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 85 Std. Übungsaufgaben / Programmierprojekte + 50 Std. Nachbereitung des Vorlesungsstoffs 75 contact hours + 85 hours exercises and programming projects + 50 hours lecture recapitulation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung II Programming II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen mehrere parallele Architekturen und eine Reihe von verschiedenen Ansätzen zur Parallelprogrammierung kennen. Sie werden in die Lage versetzt, für eine vorliegende Problemstellung und parallele Plattform den geeigne-	

	ten Programmieransatz auszuwählen und anzuwenden. — Students will learn several parallel architectures and a number of different approaches to parallel programming. They will be able to choose and apply the appropriate programming approach for the problem and parallel platform. Fähigkeiten / Abilities Die Studieren den beherrschen die Konzepte der Parallelisierung konkreter Anwenderprobleme und können diese für eine ausgewählte Programmiersprache umsetzen. — The students master the concepts of parallelization of concrete problems and can implement them for a selected programming language. Kompetenzen / Competencies Absolventen der Veranstaltung sind sich der Vielfalt paralleler Architekturen und Programmierungsansätze bewusst. Sie kennen die erhöhten Anforderungen an die Korrektheit von parallelen Programmen, verglichen mit sequenziellen Programmen, und würdigen auch den Stellenwert der höheren Performanz paralleler Programme gegenüber äquivalenten sequenziellen Lösungen. — Graduates of the course are aware of the variety of parallel architectures and programming approaches. They know the increased requirements for the correctness of parallel programs compared to sequential programs and also appreciate the importance of the higher performance of parallel programs compared to equivalent sequential solutions.
Inhalt Course content	Es werden etwa ein halbes Dutzend verschiedene Paradigmen zur Parallelprogrammierung vorgestellt. Beispiele sind MPI, OpenMP, BSP, High-Performance Fortran und Java. Mindestens drei werden in Programmierprojekten vertieft. Es werden grundlegende Größen und Gesetze paralleler Berechnungen vorgestellt und theoretische Grundkenntnisse in der Spezifikation und Analyse von parallelen Abläufen vermittelt. Die Vor- und Nachteile verschiedener Vernetzungsmuster werden angesprochen. — About half a dozen different paradigms for parallel programming are presented. Examples are MPI, OpenMP, BSP, high-performance Fortran, Java, OpenCL and OpenACC. At least three are explored in programming projects. Basic quantities and laws of parallel calculations are presented and basic theoretical knowledge of the specification and analysis of parallel processes is imparted. The advantages and disadvantages of

	various networking patterns are addressed.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Implementierungen (Quellcode) zu mehreren Programmierprojekten mit je etwa 2 bis 3 Wochen Bearbeitungszeit. Implementations (source code) for several programming projects, each with about 2 to 3 weeks processing time.
Medienformen Media used	Beamer, Tafel, Overheadprojektor Projector, blackboard, overhead projector
Literatur Reading list	Foliensätze, Buchauszüge, Forschungspapiere Slide sets, book excerpts, research papers Ian Foster `http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/`: Designing and Building Parallel Programs. Addison-Wesley, 1994. Michael J. Quinn `http://www.cs.orst.edu/~quinn/`: Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. McGraw-Hill, 2004.

5670	Logik für Informatiker Computational Logic	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes zweite oder dritte Semester Every second or third semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Müller	
Dozent(in) Lecturer	Müller	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 + 30 Std. Präsenz, 120 + 60 Std. Eigenarbeitszeit 60 + 30 hrs presence, 120 + 60 hrs self study	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine Vorkenntnisse notwendig. Nützlich: theoretische Informatik Nothing necessary. Useful: theoretical computer science	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Technische Beherrschung von ▪ Syntax und Semantik der Aussagenlogik und der Logik der ersten Stufe ▪ Resolution und andere formale Beweissysteme ▪ SAT Modellierung ▪ Universelle Theorien und Herbrand Theorie	

	▪ Verschiedene Logiken für Korrektheitsspezifikationen grosser reaktiver Systeme ▪ Deren Algorithmik (Model-Checking) — Working knowledge of ▪ syntax and semantics of propositional and first-order logic ▪ Resolution and other formal notions of proof ▪ SAT modelling ▪ Universal theories and Herbrand theorems ▪ Various logics for correctness specifications of large reactive systems ▪ Their model-checking algorithmics
Inhalt Course content	„Logic is the calculus of computer science“ ist ein oft wiederholter Slogan. Die Vorlesung bietet eine Einführung in die formale Logik unter besonderer Betonung algorithmischer Fragen und Anwendungen. Die ersten beiden Teile behandeln die Aussagenlogik und die Logik der ersten Stufe. Es werden korrekte und vollständige formale Beweiskalküle vorgestellt, insbesondere Resolution. Resolution und ihre Varianten spielen eine zentrale Rolle in der Informatik, insbesondere für SAT Solver und Logikprogrammierung. Der dritte Teil behandelt den automatentheoretischen Zugang zu Model-Checking, d.h., wie man Korrektheitseigenschaften grosser reaktiver Systeme formalisiert und algorithmisch verifiziert. Es werden die monadische Logik der zweiten Stufe und verschiedene Temporallogiken vorgestellt. — It is an often repeated slogan that logic is the calculus of computer science. The course offers a first introduction to formal logic with an emphasis on algorithmic questions and applications. The first two parts introduce propositional logic and first-order logic, and present sound and complete deduction systems, in particular Resolution. Resolution and its variants play a central role in Computer Science, in particular in SAT solving and logic programming. The third part presents an automata theoretic approach to model-checking, that is, how to formalize and efficiently verify correctness specifications of large interactive systems. This includes monadic second-order logic and various temporal logics.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben. 120-minute written examination or 30-minute oral examinati-

	on. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Tafel blackboard
Literatur Reading list	Schöningh, Logik für Informatiker, Springer 2000 Schöningh, Logik for Computer Scientists, Springer 2008 Ziegler, Mathematische Logik, Birkhäuser, 2010. Ebbinghaus, Flum, Thomas, Mathematical Logic, Springer 1994 Ebbinghaus, Flum, Thomas, Einführung in die mathematische Logik, 2018 Baier, Katoen, Principles of Model-Checking, MIT Press, 2008

5718	Competitive Programming	PN 407609
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rutter	
Dozent(in) Lecturer	Rutter	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 4Ü	
Arbeitsaufwand Workload	Präsenz 90 Std., Vor- und Nachbereitung 30 Std. 90 contact hours, 30 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	4	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretical Computer Science, Programming II Algorithms and Data Structures, Theoretical Computer Science, Programming II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den Bereichen Problemanalyse, Algorithmenentwurf und der effizienten Implementierung von Algorithmen. Sie sind in der Lage in einem vorgegebenen Zeitraum zu einer algorithmischen Fragestellung eigenständig Lösungsansätze zu entwickeln, indem	

	sie algorithmische Methoden geeignet adaptieren, und diese anschließend praktisch implementieren. — Students acquire in-depth skills in the areas of problem analysis, algorithm design and the efficient implementation of algorithms. They are able to independently develop solutions to algorithmic problems within a given period of time by adapting algorithmic methods appropriately and then implementing them in practice.
Inhalt Course content	Dieses Modul vertieft die Grundlagen der Algorithmik und bereitet die Teilnehmer auf die Teilnahme an Programmierwettbewerben wie dem ACM ICPC-Contest vor. Die Veranstaltung behandelt fortgeschrittene Algorithmen und Datenstrukturen sowie algorithmische Entwurfstechniken. Dazu zählen unter anderem: ▪ Brute-Force/Backtracking ▪ Greedy-Algorithmen ▪ Dynamische Programmierung ▪ Divide & Conquer ▪ String-Algorithmen ▪ Graphenalgorithmen ▪ Netzwerkflüsse ▪ Geometrische Algorithmen ▪ Zahlentheorie ▪ Kombinatorik Dabei liegt ein Schwerpunkt auf Problemlösungsstrategien, der Anpassung von algorithmischen Methoden auf konkrete Problemstellung und der praktischen Umsetzung in C++. — This module deepens the basics of algorithmics and prepares participants for taking part in programming competitions such as the ACM ICPC contest. The course covers advanced algorithms and data structures as well as algorithmic design techniques. These include: ▪ Brute-Force/Backtracking ▪ Greedy-Algorithms ▪ Dynamic Programming ▪ Divide & Conquer ▪ String-Algorithms ▪ Graph Algorithms ▪ Network flows ▪ Geometric Algorithms ▪ Number Theory ▪ Combinatorics The focus is on problem-solving strategies, the adaptation of algorithmic methods to specific problems and the practical

	implementation in C++.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio-Prüfung Bestandteile des Portfolios sind die Lösungen zu den wöchentlichen Programmieraufgaben. Zum Bestehen der Lehrveranstaltung muss ein vorab festgelegter Anteil der Aufgaben korrekt gelöst werden. Die genauen Anforderungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Das Modul ist unbenotet, d.h. gemäß § 6 Abs. 3 Satz 2 AStuPO wird es nur mit „bestanden“ und „nicht bestanden“ bewertet. Portfolio-Exam Components of the portfolio are the solutions to the weekly programming tasks that are worked on during the exercises. To pass the course, a predetermined proportion of the tasks must be solved correctly. The exact requirements will be announced at the beginning of the course. The module is not graded, i.e. according to § 6 para. 3 sentence 2 AStuPO it is only graded as “passed” and “failed”.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms, MIT Press Antii Laaksonen, Guide to Competitive Programming, Springer, 2017

5731	Einführung in die Numerik Introduction to Numerical Analysis	PN 401814
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sauer, Forster-Heinlein	
Dozent(in) Lecturer	Sauer, Forster-Heinlein	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I, Analysis II Linear Algebra I, Analysis II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	M.Sc. Informatik, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden sollen grundlegende Verfahren der Numerik kennen und deren Grenzen beurteilen können. Darüber hinaus sollen sie für Genauigkeitsfragen und den Einfluss von Rundungsfehlern sensibilisiert sein.	

	— Students become familiar with basic numerical methods and can assess the limitations of these methods. In addition,students are sensitised to questions of accuracy and the influence of rounding errors. Fähigkeiten / Abilities Implementierung grundlegender Algorithmen, Untersuchung der Algorithmen auf Stabilität und Nutzung bestehender Software zur Lösung von numerischen Problemen — Implementation of basic algorithms, examination of the algorithms for stability and utilisation of existing software to solve numerical problems. Kompetenzen / Competencies Lösen von realistischen oder realitätsnahen Problemen mit Computerunterstützung, Neuentwicklung und Bewertung von Lösungsmethoden. — Solving realistic or near-realistic problems with computer support, new development and evaluation of solution methods.
Inhalt Course content	Fehleranalyse, Lösen linearer Gleichungssysteme, Modellierung von Kurven, Interpolation, Lösung nichtlinearer Gleichungen, Numerische Integration — Error analysis, solving systems of linear equations, modelling curves, interpolation, solving non-linear equations, numerical integration
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. 120-minute written or 30-minutes oral examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty's website
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	J. Stoer: Einführung in die Numerische Mathematik I, Springer, 1980 P. Deuflhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik. Eine algorithmisch orientierte Einführung, de Gruyter 1991 N. Higham, Accuracy and stability of numerical algorithms, SIAM 1996 G. Golub, Ch. Van Loan, Matrix computations, John Hopkins

	University Press, 1983 E. Isaacson, H.B. Keller, Analysis of numerical methods, John Wiley & Sons, 1966 W. Gautschi, Numerical analysis, an introduction, Birkhäuser 1997 Skriptum zur Vorlesung

5751 Numerische Methoden der Linearen Algebra Numerical Linear Algebra	PN 407606
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Forster-Heinlein
Dozent(in) Lecturer	Forster-Heinlein
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra 1 und 2 Linear Algebra 1 und 2
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, Lehramt Mathematik Gymnasium
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden sollen grundlegende Verfahren der numerischen linearen Algebra kennen und deren Grenzen beurteilen können. Sie sollen für Genauigkeitsfragen und den Einfluss von Rundungsfehlern der Methoden sensibilisiert sein.

	— Students should become familiar with basic methods of numerical linear algebra and be able to assess their limitations. In addition, they should be sensitised to questions of accuracy and the influence of rounding errors in the methods. Fähigkeiten / Abilities Implementierung grundlegender Algorithmen, Untersuchung der Algorithmen auf ihre Stabilität. Nutzung bestehender Software zur Lösung von numerischen Problemen der linearen Algebra. — Implementation of basic algorithms, analysing the algorithms for stability. Use of existing software to solve numerical problems in linear algebra. Kompetenzen / Competencies Lösen realitätsnaher Probleme der numerischen linearen Algebra, zum Teil mit Computerunterstützung. Bewertung der Lösungsmethoden. — Solving realistic problems in numerical linear algebra, partly with computer support. Evaluation of the solution methods.
Inhalt Course content	Singulärwert-Zerlegung, QR-Faktorisierung, Konditionierung und Stabilität, Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Numerische Bestimmung von Eigenwerten und -vektoren. — Singular value decomposition, QR factorisation, condition and stability, numerical solution of systems of linear equations, numerical determination of eigenvalues and eigenvectors.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (25 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. 90-minute written or 25-minutes oral examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty's website
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer und Tafel Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	James W. Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997 Llyod N. Trefethen, Davod Bau III: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997 N. Higham, Accuracy and stability of numerical algorithms, SIAM, 1996

5756	Funktionalanalysis Functional Analysis	PN 485367
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Prochno	
Dozent(in) Lecturer	Prochno	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II Linear Algebra I + II, Analysis I + II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Techniken, um lineare Funktionale und Operatoren in topologischen Vektorräumen, insbesondere Banach- und Hilbert-Räumen, zu analysieren.	

	— Students know the basic theoretical techniques to analyze linear functionals and operators in topological vector spaces, in particular Banach and Hilbert spaces. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden der Funktionalanalysis bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden. — Students are able to apply the methods of functional analysis to specific, topical problems in mathematics and the natural sciences.
Inhalt Course content	Folgende Themen werden behandelt: ▪ Topologische Vektorräume ▪ Normierte Räume und Vollständigkeit ▪ Lineare Operatoren zwischen normierten Räumen ▪ Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Graphen und Satz von Baire ▪ Hahn-Banach Sätze und Konsequenzen ▪ Satz von Banach-Steinhaus — The following topics are covered: ▪ Topological vector spaces ▪ Normed spaces and completeness ▪ Linear operators between normed spaces ▪ Open mapping theorem, closed graph theorem and Baire's theorem ▪ Hahn-Banach theorems and consequences ▪ Theorem of Banach-Steinhaus
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written or oral exam of about 30 minutes. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Tafel, Beamer, Übungsblätter Board, projector, exercise sheets
Literatur Reading list	W. Rudin, Functional Analysis, McGraw Hill, 1991 M. Reed/B. Simon, Functional Analysis, Academic Press, 1972 D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, 2007 F. Hirzebruch, W. Scharlau: Einführung in die Funktionalana-

	lysis, BI-Hochschulbücher, 1991

5779	Data Science	PN 405218
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Wintersemester Winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Granitzer	
Dozent(in) Lecturer	Granitzer	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Visual Computing & Data Science" (VCDS)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 105 hours of exercises, review, and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills		
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematics	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben ein sehr gutes Verständnis für eine Reihe von Methoden und Prozessen zur Wissensgewinnung aus großen Datensätzen. — The students gain a good understanding of a set of methods	

	and processes for extracting knowledge from large data sets. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Datenwissenschaft und sind in der Lage, diese in Big-Data-Kontexten anzuwenden. Außerdem können sie Techniken zur Wissensgewinnung aus Daten anwenden und sich eigenständig Datenwissenschaftsmethoden aneignen, die nicht im Kurs behandelt wurden. — The students understand the foundations of data science and are able to apply them in big data settings. Students are also able to apply techniques for extracting knowledge from data and to self-learn data science methods not taught in the course. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden machen sich mit der großangelegten Datenanalyse in verschiedenen Anwendungsbereichen vertraut. Sie sind in der Lage, die am besten geeigneten Methoden für spezifische Anwendungsszenarien auszuwählen. — The students became familiar with large-scale data analysis in different applications. They have the ability to select methods best suited for particular application settings.
Inhalt Course content	Datenwissenschaft beschreibt eine Reihe von Methoden und Prozessen zur Wissensgewinnung aus großen Datensätzen. Dieses Modul führt in den Prozess der Datenwissenschaft ein, gibt einen Überblick über die verschiedenen Methoden für jede Phase und deren Anwendung in unterschiedlichen Szenarien. In den Übungen wenden die Studierenden diese Methoden auf Beispieldatensätze an. Der Kurs legt den Schwerpunkt auf praktische Aspekte gegenüber theoretischen und verfolgt einen eher programma-tischen Ansatz statt eines mathematischen. Themen: ▪ Datenwissenschaft: Geschichte und Hintergrund. ▪ Der Knowledge Discovery Process: Datensammlung, Feature Engineering, Data Mining, Maschinelles Ler-nen und Visualisierungen, Entdeckung, Exploration, Testen und Evaluieren ▪ Deskriptive Statistik und univariate/bivariate Visualisierungen ▪ Feature Engineering: Merkmalsauswahl, Merkmalsumwandlung, Dimensionsreduktion ▪ Ausgewählte überwachte und unüberwachte Modelle des maschinellen Lernens: z. B. Entscheidungsbäume, neuronale Netze, probabilistische Klassifikatoren, Clus-

	tering ▪ Wichtige Anwendungsgebiete: Empfehlungs-Engines, Betrugserkennung, Simulatoren, Prognosen und Klassifikation, Analyse sozialer Netzwerke, Text-Mining ▪ Important business problems: Recommendation engine; Fraud detection; Simulators, Forecasting and Classification; Social Network Analysis, Text Mining ▪ Aktuelle Trends — Data Science describes a set of methods and processes for extracting knowledge from large data sets. This module introduces the process of data science, gives an overview on the different methods for every stage and their application in different application scenarios. In the exercise, students apply those methods on example data sets. The course emphasizes practical over theoretical aspects and a more programmatic approach, rather than a mathematical one. Topics: ▪ Data science: history and background ▪ The Knowledge Discovery Process: data gathering, feature engineering, data mining, machine learning and visualizations, discovery, exploration, testing and evaluation ▪ Descriptive Statistics and Univariate/Bivariate Visualisations ▪ Feature Engineering: feature selection, feature transformation, dimensionality reduction ▪ Selected Supervised and Unsupervised Machine Learning Models (e.g. Decistion Trees, Neural Net-works, Probabilistic Classifiers, Clustering) ▪ Important business problems: Recommendation engine; Fraud detection; Simulators, Forecasting and Classification; Social Network Analysis, Text Mining ▪ Current trends
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 60-minute written or oral exam (approx. 20 minutes); the exact assessment type will be announced at the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer Presentation with projector

Literatur Reading list	Wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben To be announced at the beginning of the lecture

5812	Stochastische Simulation Stochastic Simulation	PN 405156
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Müller-Gronbach	
Dozent(in) Lecturer	Müller-Gronbach, Yaroslavtseva	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis I, Lineare Algebra I, Programmierung I, Einführung in die Stochastik Analysis 1, Linear Algebra 1, Programming 1, Introduction to Stochastics	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Kenntnis grundlegender Algorithmen der stochastischen Simulation, ihrer Eigenschaften und typischer Anwendungen.	

	— Knowledge of basic algorithms of stochastic simulation, their properties and typical applications Fähigkeiten / Abilities Fähigkeit zur effizienten Implementierung dieser Verfahren und zur Darstellung und Interpretation von Simulationsergebnissen im Rahmen der Stochastik und Statistik. Fähigkeit zur eigenständigen Erarbeitung und Präsentation eines Themas aus der stochastischen Simulation. — Ability to efficiently implement these methods and to present and interpret simulation results in the context of stochastics and statistics. Ability to independently develop and present a topic in stochastic simulation.
Inhalt Course content	Das Verfahren der direkten Simulation, Simulation von Verteilungen, Methoden der Varianzreduktion, Markov Chain Monte Carlo-Methode, Numerische Integration — Direct Simulation, Simulation of Distributions, Variance reduction, Markov Chain Monte Carlo, Numerical integration
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Medienformen Media used	Overhead, Beamer, Tafel Slides, projector, blackboard
Literatur Reading list	Müller-Gronbach, Novak, Ritter: Monte Carlo-Algorithmen, Springer, 2012 Weiteres nach Empfehlung des Dozenten / Further reading announced during the lecture

5814	Wahrscheinlichkeitstheorie Probability Theory	PN 455341
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Müller-Gronbach, Rudolf, Prochno	
Dozent(in) Lecturer	Müller-Gronbach, Rudolf, Prochno	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis I,II, Lineare Algebra I,II Einführung in die Stochastik Analysis I,II, Linear Algebra I, II, Introduction to Stochastics	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Verständnis der Grundkonzepte und -techniken sowie der zentralen Ergebnisse der maßtheoretisch fundierten Wahrscheinlichkeitstheorie. Fähigkeit zur Modellierung und Analyse komplexer zufälliger Phänomene	

	— Understanding of the basic concepts and techniques as well as the central results of probability theory based on measure theory. Ability to model and analyse complex random phenomena
Inhalt Course content	Grundkonzepte aus der Maß- und Integrationstheorie und der Wahrscheinlichkeitstheorie: ▪ Maßräume und messbare Abbildungen, ▪ Konstruktion des Lebesgue-Maßes, ▪ Maßintegrale, ▪ Produktmaße, Maßkerne, Vertauschungssätze für Integrale ▪ Konvergenz von Folgen von Zufallsvariablen, ▪ Unabhängigkeit und 0-1-Gesetze, ▪ Charakteristische Funktionen, ▪ Gesetze der grossen Zahlen, ▪ Zentraler Grenzwertsatz, ▪ Bedingte Verteilungen und bedingte Erwartungswerte — Basic concepts and central results from Measure and integration theory and probability theorie, in particular: ▪ Measure spaces and measurable mappings ▪ Construction of Lebesgue measure ▪ Measure integral ▪ Product measure, Measure kernel, Iterated Integration ▪ Convergence of sequences of random variables ▪ Independence and 0-1 Laws ▪ Characteriztic functions ▪ Laws of large numbers ▪ Central limit theorem ▪ Conditional distribution and conditional expectation
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige Abschlussklausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten). Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 120-minute written or 30-minute oral examination, the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Bekanntgabe durch Dozenten / Announced during the lecture

5838	Information Theory	PN 455440
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Zumbrägel	
Dozent(in) Lecturer	Zumbrägel	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra, Einführung in die Stochastik Linear Algebra, Introduction to Stochastic	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden lernen die mathematischen Grundlagen der Informationstheorie sowie probabilistische und konstruktive Beweismethoden. Sie sind in der Lage diese auf Quellen- und Kanalcodierungsprobleme anzuwenden und erkennen Konzepte der Informationstheorie in verwandten Gebieten. —	

	The students learn the mathematical foundations of information theory and acquire probabilistic and constructive proof methods. They are able to apply these concepts to address source coding and channel coding problems and can recognize information theoretic concepts in related areas.
Inhalt Course content	Informationstheorie beschäftigt sich mit zwei fundamentalen Fragestellungen der Kommunikation, nämlich den Grenzen der Datenkomprimierung und der bestmöglichen Übertragungsrate. In dieser Veranstaltung werden die mathematischen Begriffe entwickelt, um diese Probleme zu adressieren. Folgende Themen sind geplant: Entropie, Gegenseitige Information und Datenkomprimierung. Kanalkapazität und Shannons Codierungstheorem mit Rauschen. Fakultativ eine Einführung in universelle Quellcodierung, Kolmogoroff-Komplexität und Netzwerkinformationstheorie. — Information theory deals with two fundamental questions in communication theory, namely the limits of data compression and the ultimate transmission rate of communication. In this course, the mathematical notions to address these problems are being developed. The following topics are planned: Entropy, Mutual Information and Data Compression, Channel Capacity and Shannon's Noisy Coding Theorem, Time permitting, an introduction to Universal Source Coding, Kolmogorov Complexity and Network Information Theory.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.). Die Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 120 minutes written exam or 30 minutes oral exam. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Tafel Blackboard
Literatur Reading list	Thomas M. Cover and Joy A.Thomas, Elements for Information Theory, John Wiley & Sons (2006)

5840	Software Testing Software Testing	PN 405343
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Fraser	
Dozent(in) Lecturer	Fraser	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Software Engineering”(SE)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 30 Std. Übungen + 120 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 30 hrs exercises + 120 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I, Programmierung II, Software Engineering Programming I, Programming II, Software Engineering	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erlernen Basiskonzepte des Software-Testen, der Testauswahl, Testautomatisierung, der Testanalyse, und der testgetriebenen Softwareentwicklung. —	

	Students learn the basic concepts of software testing, test selection, test automation, test analysis and test-driven software development. Fähigkeiten / Abilities Die Teilnehmenden kennen die wichtigsten Methoden zum Testen von Softwaresystemen und zur Analyse der Testqualität. In den Übungen vertiefen die Studierenden das in der Vorlesung behandelte Wissen bei der Lösung von praktischen Übungsaufgaben (Programmier- und Testaufgaben). — The participants know the most important methods for testing software systems and analyzing test quality. In the exercises, students deepen the knowledge gained in the lecture by solving practical exercises (programming and testing tasks). Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können Testmethoden als praktisches Mittel zur Gestaltung und zur Analyse von Softwaresystemen in der industriellen Praxis einsetzen. Absolventen der Veranstaltung sind sich der Vielfalt von Testmetriken bewusst und können diese einsetzen um Testqualität abzuschätzen als auch um Testerzeugung zu steuern. Des Weiteren können Absolventen der Veranstaltung Methoden zur Automatisierung auf verschiedenen Test-Ebenen einsetzen. — Students will be able to use test methods as a practical tool for designing and analyzing software systems in industrial practice. Graduates of the course are aware of the variety of test metrics and can use them to estimate test quality as well as to control test generation. Furthermore, graduates of the course will be able to use methods for automation at various test levels.
Inhalt Course content	Die Vorlesung behandelt die wichtigsten Prinzipien und Verfahren zur Softwarequalität, insbesondere: ▪ Grundlagen des Softwaretestens ▪ Testabdeckungskriterien ▪ Datenflussanalyse ▪ Mutationsanalyse ▪ Testgetriebene Entwicklung ▪ Modell-getriebene Testmethoden ▪ Testfallentwurfsverfahren ▪ Testwerkzeuge — The lecture deals with the most important principles and procedures for software quality, in particular: ▪ Basic of software testing

	▪ Test coverage criteria ▪ Data flow analyiss ▪ Mutation analysis ▪ Test-driven development ▪ Model-driven test methods ▪ Test case design methods ▪ Testing tools
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder Portfolio oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. 90-minute written or 20-minutes oral examination or portfolio exam; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester by the lecturer.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Hoffmann DW. Software-Qualität. Springer-Verlag, 2013 Jan 9. Liggesmeyer, P. (2002): Software-Qualität, Spektrum-Verlag, Heidelberg, Berlin, 523 Seiten, ISBN 3827411181. Ammann P, Offutt J. (2016): Introduction to software testing. 2nd edition. Cambridge University, 364 Seiten, ISBN 1107172012. Beck K. Test-driven development: by example. Addison-Wesley Professional, 2003.

5853	Programming Paradigms Programming Paradigms	PN 405416
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hammer	
Dozent(in) Lecturer	Hammer, Tiwari	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Software Engineering” (SE)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 120 hours exercises, independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Software Engineering, Programmierung I + II, Software Engineering Praktikum, Algebra und Logik Software Engineering, Programming I + II, Software Engineering Internship, Algebra and Logic	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge The students learn the foundation of various programming paradigms. In particular, the concepts in the lecture include	

	different ways or styles in which a given program or programming language can be organized. Besides, students will go through recent research articles to understand the current advancements in the programming paradigms. The course enables students to make optimal use of a particular programming language and identify the most appropriate language for various development setups. Fähigkeiten / Abilities The participants comprehend the numerous applications and use cases for a programming language. They will grasp the consequences of selecting a language's execution model. Kompetenzen / Competencies Participants will obtain programming concepts shared among various programming languages, hence facilitating the acquisition of new language models. Students will review object-oriented programming principles and be introduced to functional programming. In addition, they will acquire practical programming experience in various programming languages.
Inhalt Course content	Programming paradigms categorize programming languages according to their characteristics. Programming paradigms, in particular, are distinct methods or styles in which a program or programming language can be structured. Multiple paradigms exist for classifying languages. Some paradigms are primarily concerned with consequences for the language's execution model, such as whether side effects are permitted or if the execution model dictates the order of operations. Other paradigms are primarily concerned with how code is arranged, such as arranging code into units with the state that the code modifies. This course aims to provide a solid foundation on various programming paradigms and teaches students how to make optimal use of a particular programming language and identify the most appropriate language for a specific development assignment. Following are the key highlights of the course: ▪ Declarative paradigms ▪ Imperative paradigms ▪ Structured ▪ Concurrent computing ▪ Data-driven ▪ Event-Driven ▪ Nondeterministic programming ▪ Current Research Articles
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quell-

	text für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Eckpunkte einer Portofolio-Prüfung (einige Teile fakultativ): ▪ 3-4 Projektteile zur Implementierung (teilweise in Gruppenarbeit) ▪ 3-4 Teilpräsentationen max. 15 min, u.a. zu aktuellen Forschungsartikeln ▪ 1 Abschlusspräsentation max. 20 min ▪ technische Berichte max. 20 Seiten Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. Portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation, Beamer, Übungsblätter Presentations, projector, exercise sheets
Literatur Reading list	Wird vom Dozent / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.

5855	Object-Oriented Programming with C++	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hammer	
Dozent(in) Lecturer	Hammer	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Software Engineering" (SE)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben, Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 120 hours exercises, independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I + II, Software Engineering Programming I + II, Software Engineering	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen Basiskonzepte der objekt-orientierten Programmierung und weitere fortgeschrittene Konzepte der Programmiersprache C++ kennen. Die Konzepte umfassen z.B. (Mehrfach-)Vererbung, Ausnahmebehandlung, Templates, Operatorüberladung, Ein-/Ausgabe mit Streams, Lamb-	

	das, das Speichermodell und Multi-Threading. — Students learn basic concepts of object-oriented programming as well as further advanced concepts of the C++ programming language. The concepts include, for example, (multiple) inheritance, exception handling, templates, operator overloading, input/output with streams, lambdas, the memory model, and multi-threading. Fähigkeiten / Abilities Die Teilnehmer kennen die wichtigsten Konzepte der objektorientierten Programmierung in C++ und sind in der Lage, diese Konzepte korrekt umzusetzen. Sie können die Umsetzung in Compilern erklären und die daraus folgenden Konsequenzen analysieren sowie die passenden Anwendungsgebiete identifizieren und Sicherheitsaspekte einschätzen. — Participants know the most important concepts of object-oriented programming in C++ and are able to implement these concepts correctly. They can explain the implementation in compilers, analyze the resulting consequences, identify appropriate application areas, and assess security aspects. Kompetenzen / Competencies Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von maschinennaher objekt-orientierter Programmierung. Weiterhin sind die Studierenden befähigt, die erlernten Konzepte auch auf andere Programmiersprachen und Systeme anzupassen — Participants acquire theoretical and practical skills in the design, implementation, and evaluation of low-level object-oriented programming. Furthermore, students are able to adapt the learned concepts to other programming languages and systems.
Inhalt Course content	▪ Objekt-orientierte Programmierung ▪ Vererbung, Mehrfachvererbung (auch virtuell) ▪ Ausnahmebehandlung ▪ Template Programmierung ▪ Operatorüberladung ▪ Manuelles und semi-automatisches Speichermanagement ▪ Stream-basierte Ein-/Ausgabe ▪ Lambdas ▪ Mult-Threading ▪ Speichermodell

	— ▪ Object-oriented programming ▪ Inheritance, multiple inheritance (including virtual) ▪ Exception handling ▪ Template programming ▪ Operator overloading ▪ Manual and semi-automatic memory management ▪ Stream-based input/output ▪ Lambdas ▪ Multi-threading ▪ Memory model
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90min Klausur oder Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext in C++, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. 90-minute exam or portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation, Beamer, Übungsblätter Presentation, projector, exercise sheets
Literatur Reading list	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.

5861	Mathematische Logik Mathematical Logic	PN xxxxxx

Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes zweite oder dritte Semester Every other semester or every third semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kaiser, Müller
Dozent(in) Lecturer	Kaiser, Müller
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand Workload	60 + 30 Std. Präsenz, 120 + 60 Std. Eigenarbeitszeit 60 + 30 hrs presence, 120 + 60 hrs self study
ECTS Credits	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Theoretische Algebra, Algebra Theoretical computer science, algebra
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Informatik
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Working knowledge of ▪ syntax and semantics of first-order logic ▪ formal notions proof and their equivalence ▪ Gödel's completeness theorem and the compactness theorem ▪ formal notions of computation and their equivalence ▪ basics of (un)computability theory

	▪ representations of computations in formal theories ▪ Gödel's Incompleteness theorems
Inhalt Course content	Two of the most important achievements of mathematics in the last century are the formalization of the notion of computation by Church and Turing, and Gödel's Incompleteness theorems. Both root in the so-called foundational crisis of mathematics around 1900 and the birth of modern mathematical logic. The course starts with an introduction to the syntax and semantics of first-order logic and formal notions of proof; it proves Gödel's completeness theorem and the compactness theorem. Its second part introduces formal notions of computation and gives an introduction to the theory of (un)computability. The third part connects the first two showing how to represent computations in formal theories of arithmetic, and proves Gödel's Incompleteness theorems.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 120-minute written examination or 30-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester
Medienformen Media used	Tafel blackboard
Literatur Reading list	Ziegler, Mathematische Logik, Birkhäuser, 2010. Hils, Loeser, A first journey through logic, Student Mathematical Library 89, AMS, 2019. Ebbinghaus, Flum, Thomas, Mathematical Logic, Springer 1994 Ebbinghaus, Flum, Thomas, Einführung in die mathematische Logik, 2018 Shoenfield, Mathematical Logic, Addison-Wesley, 1967

5952	Randomisierte Algorithmen Randomised Algorithms	PN 405388
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sudholt	
Dozent(in) Lecturer	Sudholt	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 60 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Algorithmen und Datenstrukturen, Einführung in die Stochastik Algorithms and Data Structures, Introduction to Stochastics	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Am Ende der Lehrveranstaltung werden Studierende in der Lage sein, ▪ die Effizienz randomisierter Algorithmen zu analysieren, ▪ Randomisierung als Werkzeug beim Design effizienter	

	Algorithmen einzusetzen, ▪ die Vor- und Nachteile von Randomisierung zu beschreiben, und ▪ grundlegende randomisierte Algorithmen für wichtige Probleme zu beschreiben. At the end of the course students will be able to ▪ analyse the efficiency of randomised algorithms, ▪ use randomness as a tool in the design of efficient algorithms, ▪ describe the pros and cons of randomised algorithms, and ▪ describe fundamental randomised algorithms for important problems.
Inhalt Course content	Motivation und Klassifikation randomisierter Algorithmen Paradigmen für den Entwurf randomisierter Algorithmen (z.B. Methode der Fingerabdrücke, Wahrscheinlichkeitsverstärkung, randomisiertes Runden) Methoden zur Analyse randomisierter Algorithmen (z.B. probabilistische Rekurrenzen, Markoffketten, Random Walks, Markoff- und Chernoff-Schranken) Randomisierte Algorithmen für grundlegende Optimierungsprobleme (z.B. Schnittprobleme, MaxSat) — Motivation for randomised algorithms and classification of randomised algorithms Paradigms for the design of randomised algorithms (e.g. fingerprinting, probability amplification, randomised rounding) Methods for the analysis of randomised algorithms (e.g. probabilistic recurrences, Markov chains, random walks, Markov's inequality and Chernoff bounds) Randomised algorithms for fundamental optimisation problems (e.g. cut problems, MaxSat)
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur oder mündliche Prüfung; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Written or oral exam; the exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Juraj Hromkovič, Randomisierte Algorithmen. Teubner, 2004 Rajeev Motwani, Prabhakar Raghavan, Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, Probability and Computing, 2^{nd} edition, Cambridge University Press, 2017

5973	SQL for Data Science SQL for Data Science	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Scherzinger	
Dozent(in) Lecturer	Scherzinger	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Visual Computing & Data Science" (VCDS)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierkenntnisse, Datenbanken und Informationssysteme I Programming skills, Data Base and Information Systems I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge SQL-Kenntnisse im Kontext von Data Science Verständnis des Datenlebenszyklus Umgang mit unkonventionellen Datenformaten wie XML und	

	Text Einbindung von SQL in Programmiersprachen — SQL proficiency within the context of data science Understanding the data life cycle Handling non-traditional data formats like XML and text Integration of SQL with programming languages Fähigkeiten / Abilities Datenanalyseaufgaben mit SQL durchführen Effiziente SQL-Abfragen schreiben und SQL-Anti-Patterns vermeiden Den Datenlebenszyklus verstehen und sich darin zurechtfinden Verschiedene Datenformate für die Analyse verarbeiten SQL in Verbindung mit R und Python für erweiterte Datenanalysefähigkeiten nutzen — Perform data analysis tasks using SQL Write efficient SQL queries, avoid SQL anti-patterns Understand and navigate the data life cycle Handle diverse data formats for analysis Utilize SQL in conjunction with R and Python for enhanced data analysis capabilities Kompetenzen / Competencies Fähigkeit, SQL für Data-Science-Aufgaben einzusetzen Kompetenz im Laden, Bereinigen und Vorverarbeiten von Daten Fähigkeit, SQL-Abfragen für die Datenexploration, -bereinigung und -transformation anzuwenden Fähigkeit, SQL in Programmiersprachen zu integrieren, um Datenanalyse-Workflows zu verbessern — Proficiency in using SQL for data science applications Competence in data loading, cleaning, and pre-processing Ability to apply SQL queries for data exploration, cleaning, and transformation Capability to integrate SQL with programming languages for enhanced data analysis workflows
Inhalt Course content	Dieser fortgeschrittene Datenbankkurs vermittelt ein umfassendes Verständnis des gesamten Datenlebenszyklus sowie das Potenzial von SQL für verschiedene Datenanalyseaufgaben. Die Studierenden beschäftigen sich mit Themen, die von Datenimport und -bereinigung bis hin zur Vorverarbeitung reichen, und erlangen fundierte Kenntnisse in relationalen Datenbanken. Sie lernen zudem, mit unkonventionellen Datenforma-

	ten wie XML und Text umzugehen. Die Integration von Programmiersprachen wie R und Python erweitert die Fähigkeiten der Studierenden und ermöglicht eine nahtlose Interaktion mit Datenbanken, wodurch die Datenanalyse-Workflows optimiert werden. Interaktive Übungen und praktische Erfahrungen mit MySQL- und Postgres-Datenbanken festigen die Kompetenzen der Studierenden und rüsten sie mit den entscheidenden Fähigkeiten aus, um in den Bereichen Data Science und Datenbankmanagement erfolgreich zu sein. — This advanced database class offers a comprehensive understanding of the data life cycle and the potential of SQL in various data analysis tasks. Students explore topics ranging from data loading and cleaning to pre-processing, while mastering relational databases and handling non-traditional data formats such as XML and text. Integration with programming languages like R and Python further enriches students' abilities, enabling seamless interaction with databases and enhancing data analysis workflows. Practical exercises and hands-on experience with MySQL and Postgres databases solidify students' competencies, equipping them with the essential skills to excel in data science and database management roles.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-minütige schriftliche Klausur 60-minute written examination.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Arbeitsblätter Presentation and projector, worksheets
Literatur Reading list	Antonio Badia: SQL for Data Science - Data Cleaning, Wrangling and Analytics with Relational Databases. Springer 2020. Bill Karwin: SQL Antipatterns. Pragmatic Programmers, LLC, 2017. Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe. Fundamentals of Database Systems, Global Edition. Pearson, 7th Edition, 2016.

6070	Markov Chain Monte Carlo	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rudolf	
Dozent(in) Lecturer	Rudolf	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, Einführung in die Stochastik, Maß- und Integrationstheorie Functional Analysis, Probability Theory, Introduction to Stochastics, Measure and Integration Theory	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Keine None	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bzgl. der Theorie von Markovketten auf allgemeinen Zustandsräumen. Sie kennen und verstehen verschiedene Algorithmen zum approximativen Simulieren von Verteilungen basierend auf Mar-	

	kovketten (z.B. Slice Sampling Metropolis-Hastings, Hit-and-run). Darüber hinaus erlangen die Studierenden vertiefendes Wissen über Beweistechniken zum Verifizieren der Konvergenz von Markovketten und sind in der Lage diese Methoden anzuwenden. — The students acquire a systematic understanding of the theory of Markov chains on general state spaces. They know and understand advanced algorithms for approximate sampling based on Markov chains (e.g. slice sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-run). Beyond that the students obtain deep knowledge about proof techniques to verify convergence results for Markov chains and are able to apply this methodology.
Inhalt Course content	▪ Motivation zum approximativen Sampling ▪ Theorie von Markovketten ▪ Verschiedene algorithmische Verfahren (z.B. Slice Sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-run) ▪ Wasserstein-Abstand ▪ Ergodensätze — ▪ Motivation of approximate sampling ▪ Theory of Markov chains ▪ Different algorthmic approaches (e.g. Slice Sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-Run) ▪ Wasserstein distance ▪ Ergodic theorems
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Entweder 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Either written exam (90 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und/oder Beamer Presentation with a projector or blackboard
Literatur Reading list	R. Douc, E. Moulines, P. Priouret, P. Soulier, Markov Chains, Springer, 2018 A. Klenke, Probability theory: A Comprehensive Course, Springer, 2014

6073	Stochastische Prozesse Stochastic Processes	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rudolf	
Dozent(in) Lecturer	Rudolf	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 105 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Wahrscheinlichkeitstheorie, Einführung in die Stochastik, Lineare Algebra 1 und 2, Analysis 1 und 2 Probability theory, Introduction to stochastics, Linear Algebra 1 and 2, Analysis 1 and 2	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Keine None	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden lernen grundlegende stochastische Prozesse, deren Eigenschaften, Modellierungsaspekte sowie deren verschiedene Verhalten kennen. Sie sind in der Lage diese Prozes-	

	se einzuordnen, mit ihnen umfassend theoretisch zu arbeiten sowie Aussagen über deren Charakteristika zu beweisen. — The students acquire a systematic understanding of the theory of stochastic processes, their properties and modeling aspects as well as their different behaviors. They are able to classfiy the processes, can work with them theoretically and can formulate as well as prove statements about their characteristics.
Inhalt Course content	Folgenden Inhalte werden besprochen: ▪ Poisson Prozesse ▪ Martingale (zeitdiskret und/oder zeitkontinuierlich) ▪ Markov Prozesse (Brownsche Bewegung und/oder Markovketten auf allgemeinen Zustandsräumen) ▪ Stoppzeiten und starke Markoveigenschaft ▪ Simulationsalgorithmen mit Konvergenzeigenschaften — The following content will be covered: ▪ Poisson processes ▪ Martingales (time-discrete and/or time-continuous) ▪ Markov processes (Brownian motion and/or Markov chains on continuous state spaces) ▪ stopping times and strong Markov property ▪ simulation of processes with convergence properties
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Entweder 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Either written exam (90 minutes) or oral exam (about 30 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und/oder Beamer und/oder andere virtuelle Formate Presentation with a projector or blackboard or other virtual formats
Literatur Reading list	A. Klenke, Probability theory: A Comprehensive Course, Springer, 2014. R. Douc, E. Moulines, P. Priouret, P. Soulier, Markov chains, Springer 2018

6082	NLP for Social Media Analysis	PN 407608
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hautli-Janisz	
Dozent(in) Lecturer	Hautli-Jansiz	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Natural Language Processing and Multilingual Computational Linguistics" (NLP)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz, 40 Std. Nachbereitung und Übungsaufgaben, 65 Std. Projektarbeit 45 hours of presence in class + 40 hours of lecture recap and exercises + 65 hours for project development	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Information Retrieval and Natural Language Processing	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Im ersten Teil dieses Kurses erwerben die Studierenden Kenntnisse über grundlegende Verarbeitungsschritte bei Anwendungen der maschinellen Sprachverarbeitung. Sie werden auch mit den Kernbereichen der Linguistik und den Herausforderungen im Zusammenhang mit der Verarbeitung von Sprache vertraut	

	gemacht. Im zweiten Teil des Kurses wird dieses Wissen vertieft und angewendet: Die Studierenden wissen, wie sie APIs für den Datenzugriff nutzen und die verschiedenen Stufen der Sprachverarbeitung anhand einer konkreten NLP-Aufgabe implementieren können. — In the first part of this course, students acquire knowledge on basic processing steps for Natural Language Processing applications. They also get familiar with the core areas in linguistics and the challenges related to processing language. In the second part of the course, this knowledge is deepened and applied to social media data: students know how to use APIs for accessing data and implement the various stages of language processing given a specific NLP task. Fähigkeiten / Abilities Erfolgreiche Bewerber sind in der Lage, mittelgroße NLP-Anwendungen für die Analyse sozialer Medien zu programmieren. Sie können die Angemessenheit und Qualität externe Ressourcen und Bibliotheken in diesem Bereich kritisch hinterfragen und sind in der Lage, eigene Lösungen zu entwickeln und zu implementieren. — Successful candidates are able to code medium-sized NLP applications for social media analysis. They can also critically reflect on external resources and libraries in the area and are able to develop and implement their own solutions. Kompetenzen / Competencies Erfolgreiche Kandidaten sind in der Lage, über die Verarbeitungsentscheidungen für ihre NLP-Anwendung nachzudenken. Sie sind in der Lage, ihre Kodierungsarbeit zu organisieren und die Qualität ihrer eigenen Arbeit im Vergleich zu der ihrer Mitbewerber zu beurteilen. — Successful candidates can reflect on the processing choices for their NLP application. They have learned to organize their coding work and are able to judge the quality of their own work with respect to their peers.
Inhalt Course content	Dieses Modul vermittelt die Grundlagen von Natural Language Processing, indem es die Kernbereiche der Linguistik abdeckt und eine Reihe von Methoden zur Sprachverarbeitung in diesen Bereichen behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Anwendung von maschineller Sprachverarbeitung auf

	Social Media Daten. Der Kurs deckt die folgenden Themen ab: ▪ Python-Grundlagen (Kontrollstrukturen, reguläre Ausdrücke, Unterroutinen, Module, objektorientierte Programmierung) ▪ Syntaktisches Parsing ▪ Vektorraumsemantik ▪ Sentiment-Analyse ▪ Klassifikation und Clustering ▪ Auswertung von NLP-Anwendungen ▪ API-Integration (z. B. für die Bewertung von LLM-Fähigkeiten) — This module covers the basics in Natural Language Processing by covering the core areas of linguistics and a range of methods to analyze language in these areas. A specific focus lies on applying NLP to social media data. The course covers the following topics: ▪ Python basics (control structures, regular expressions, subroutines, modules, object-oriented programming) ▪ Syntactic parsing ▪ Vector space semantics ▪ Sentiment analysis ▪ Classification and clustering ▪ Evaluation of NLP applications ▪ API integration (e.g., for LLM capability assessment)
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio: Entwicklung eines Projektes + Dokumentation + Vortrag Portfolio: Project development + documentation + presentation
Medienformen Media used	Projector, Computer
Literatur Reading list	Wird im Kurs bekannt gegeben Given in class.

6083 Fortschritte in der maschinellen Sprachverarbeitung Advances in Natural Language Processing	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	jedes Jahr Every Year
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hautli-Janisz, List
Dozent(in) Lecturer	Hautli-Janisz, List
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Natural Language Processing and Multilingual Computational Linguistics" (NLP)
Lehrform/SWS Contact hours	2V
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 60 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis von Spezialgebieten der maschinellen Sprachverarbeitung. — The students acquire a systematic understanding of special

	topics in Natural Language Processing. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden besitzen die Fähigkeit Spezialthemen der maschinellen Sprachverarbeitung in den Kontext des Fachs einzuordnen und grundlegende Verfahren, die in diesen Themen zur Anwendung kommen, kritisch einzuordnen. — The students have the ability to contextualize special topics of Natural Language Processing and to critically identify advantages and disadvantages of the methods that are used in these particular fields. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden besitzen die Kompetenz für spezifische Problemstellungen einzelner Unterbereiche der maschinellen Sprachverarbeitung geeignete Entwurfs- und Analysetechniken auszuwählen und diese auf Teilprobleme anzuwenden. — The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for given problems of particular subfields of Natural Language Processing. They can further apply them to particular problems.
Inhalt Course content	Die Themen, die die maschinelle Sprachverarbeitung abdeckt, sind so vielfältig, dass es kaum möglich ist, sie vollständig in einer Einführungsveranstaltung zu erschließen. Um den Studierenden die Möglichkeit geben, sich in Bezug auf die computerlinguistische Themen weiter zu spezialisieren, werden wir in diesem Modul einige aktuelle Themen vertieft behandeln, die in allgemeinen Veranstaltungen zu kurz kommen würden. Dazu gehören unter anderem Themen, wie die computergestützte Semantik, computergestützte Morphologie, Sprachmodelle, oder auch die computergestützte Modellierung von Sprachwandel. — The topics that Natural Language Processing deals with are so manifold that it is impossible to cover them all in one single introductory lecture. In order to enable students to gain deeper insights into special topics dealt with in Natural Language Processing, this module will treat topics of actual interest in due detail, for which there would be no time in a purely introductory lecture. Among these, there are topics, such as computational semantics, computational morphology, language models, but also computational modeling of language change.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Schriftliches Portfolio mit praktischem Bezug (10-15 Seiten). Written portfolio with with practical relevance (10-15 pages).

Medienformen Media used	Präsentation mit Whiteboard und Beamer. Presentation with a whiteboard and beamer.
Literatur Reading list	-

6110	Klassische Harmonische Analysis Classical Harmonic Analysis	PN 415346
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Prochno	
Dozent(in) Lecturer	Prochno	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Analysis I und II Analysis I and II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen die grundlegenden Konzepte sowie Techniken aus der klassischen harmonischen Analysis kennen. — Students learn the fundamental concepts and methods of clas-	

	sical harmonic analysis. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden üben den Umgang sowie die Kombination der Methoden der klassischen harmonischen Analysis an ausgewählten Problemen. Sie lernen auch die Entwicklung der Theorie in ihrem historischen Kontext kennen. — Students practice handling the methods developed and used in classical harmonic analysis. They also learn about the historic development of the theory. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte und Methoden der klassischen harmonischen Analysis bei konkreten Fragestellungen anzuwenden. — The students are able to approach concrete problems by means of methods and ideas from classical harmonic analysis.
Inhalt Course content	Die klassische Harmonische Analysis beschäftigt sich mit Fourierreihen. Ein zentraler Aspekt dieser Untersuchungen der Konvergenzeigenschaften. Wir werden in dieser Veranstaltung verschiedene Resultate, Konzepte sowie Anwendungen kennenlernen und in ihrem historischen Kontext betrachten. Das Modul beinhaltet unter anderem: ▪ Fourierreihen ▪ Fouriertransformation ▪ Cesàro-Mittel ▪ Satz von Fejér ▪ Satz von Dirichlet ▪ Approximationssatz von Weierstrass ▪ Momentenproblem ▪ Lemma von Riemann-Lebesgue ▪ Beispiel von Du Bois-Raymond — Classical harmonic analysis is concerned with Fourier series. A key focus is on convergence properties of such series. In this module, we shall discuss several classical results, concepts and applications in its historical context. Among others, the module covers: ▪ Fourier series ▪ Fourier transformation ▪ Cesàro averages ▪ Fejér's theorem ▪ Dirichlet's theorem ▪ Weierstrass approximation theorem ▪ Moment problem

	▪ Riemann-Lebesgue lemma ▪ Example of Du Bois-Raymond
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) in Deutscher oder englischer Sprache; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written examination or oral exam (about 30 minutes) in German or English; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel Tablet Presentation and projector, blackboard/tablet
Literatur Reading list	J. Prochno: Klassische Harmonische Analysis, Lecture Notes T. Körner, Fourier Analysis, Cambridge University Press (1988)

6111 Klassische Grenzwertsätze & große Abweichungen Classical Limit Theorems & Large Deviations	PN 451019
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Prochno
Dozent(in) Lecturer	Prochno
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Einführung in die Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie Introduction to Stochastics, Probability Theory
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden bekommen ein vertieftes Verständnis klassischer Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitstheorie und lernen die grundlegenden Konzepte sowie Techniken der Theorie der großen Abweichungen kennen.

	— Students obtain a deeper understanding of classical limit theorems in probability and learn the fundamental concepts and methods of large deviations theory. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden üben den Umgang sowie die Kombination der Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie, speziell der Theorie der großen Abweichungen, an ausgewählten Problemen, die sich auf verschiedene Bereiche der Mathematik, wie etwa Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, (konvexe und diskrete) Geometrie sowie theoretische Informatik, stützen. — Students practice handling the methods developed and used in probability theory, in particular large deviations theory, which are intimately related to functional analysis, probability theory, (discrete and convex) geometry, and computer science. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte und Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie, speziell der Theorie der großen Abweichungen, bei konkreten Fragestellungen anzuwenden. — The students are able to approach problems in mathematics and related fields by means of methods and ideas from probability theory, in particular large deviations theory.
Inhalt Course content	Ausgehend von den klassischen Grenzwertsätzen der Wahrscheinlichkeitstheorie, die das typische Verhalten etwa von Summen u.i.v Zufallsgrößen beschreiben, führen wir in die Theorie der großen Abweichungen ein, d.h. die zentralen Begriffe, Konzepte und fundamentale Sätze werden behandelt. Die Theorie beschäftigt sich mit untypischen/ seltenen Ereignissen und deren asymptotische Quantifizierung mittels Ratenfunktionen. Sie steht historisch in enger Verbindung zur statistischen Physik und hat moderne Anwendungen/Bezüge etwa zu geometrischer Funktionalanalysis, Konvexgeometrie oder theoretischer Informatik. Das Modul beinhaltet Elemente aus: ▪ Kolmogorovs L1-Version des SGGZ ▪ Lindebergs Zentraler Grenzwertsatz ▪ Lindeberg Methode ▪ Legendre Transformation ▪ Kumulantenerzeugende Funktion ▪ Satz von Cramér ▪ Satz von Cramér (heavy tails Version)

	▪ Prinzipien großer Abweichungen ▪ Kontraktionsprinzip ▪ Varadhans Variationslemma ▪ Satz von Sanov ▪ Anwendungen in Funktionalanalysis, theoretischer Informatik — Starting with the classical limit theorems in probability theory, which describe, for instance, the typical behavior of sums of iid random variables, we introduce the theory of large deviations with its key notions and concepts as well as some of the fundamental results. The theory deals with atypical/ rare events and their asymptotic quantification using rate functions. Historically, the area is closely linked to statistical physics and has modern applications in/ is related to geometric functional analysis, convex geometry or theoretical computer science. The module covers elements from: ▪ Kolmogorov's L1 version of the SLLN ▪ Lindeberg's central limit theorem ▪ Lindeberg's method ▪ Legendre transformation ▪ Cumulant generating function ▪ Cramér's theorem ▪ Cramér's theorem (heavy tails version) ▪ Large deviation principles ▪ Contraction principle ▪ Varadhan's variational lemma ▪ Sanov's theorem ▪ Applications in functional analysis, theoretical computer science
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) in deutscher oder englischer Sprache; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written examination or oral exam (about 30 minutes) in German or English; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel/Tablet Presentation and projector, blackboard/tablet
Literatur Reading list	J. Prochno: Classical limit theorems & large deviations, Lecture notes, 2020 F. Den Hollander: Large Deviations, Fields Institute Monographs, Volume 14, 2000 A. Dembo, O. Zeitouni: Large Deviations Techniques & Applications, Springer, 2010

6112 Introduction to Information-Based Complexity and Compressed Sensing	PN 485384
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Prochno
Dozent(in) Lecturer	Prochno
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 40 Std. Übungen + 80 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 40 hrs exercises + 80 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I+II, Analysis I+II, Einführung in die Stochastik Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Introduction to Stochastics
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen Grundkonzepte und -resultate der "Information-based complexity" und wissen über die Funktionsweise von "Compressed Sensing" Bescheid.

	— The students know fundamental concepts and statements of information-based complexity and are aware of the workings of compressed sensing. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden üben anhand ausgewählter Probleme Begriffe und Methoden aus "Information-based Complexity" und "Compressed Sensing" einzuordnen und anzuwenden. Sie wenden diese an, um konkrete Fragestellungen zu beantworten. — The students practice with the help of selected problems to classify and apply concepts and methods of information-based complexity and compressed sensing. They apply these in order to solve concrete problems. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte und Methoden von "Information-based Complexity" und "Compressed Sensing" bei konkreten Fragestellungen anzuwenden. — The students are able to apply concepts and methods of information-based complexity and compressed sensing to concrete problems.
Inhalt Course content	Die "Information-based Complexity" beschäftigt sich mit der theoretischen Analyse von numerischen Problemen und der Komplexität dieser Probleme in Abhängigkeit von gegebener Information und Dimensionalität. "Compressed Sensing" ist eine effiziente Methode, um Signale mit wenigen wesentlichen Charakteristika wiederherzustellen oder abzuspeichern, und wird als solche in der Lehrveranstaltung im Rahmen von "Information-based Complexity" studiert. Der Inhalt setzt sich aus Themenbereichen der folgenden Liste zusammen: ▪ Grundlagen der "Information-based complexity" ▪ Numerische Integration und Approximation ▪ Lineare Algorithmen und lineare Probleme ▪ "Compressed sensing" und "sparse approximation" ▪ "Restricted Isometry Property" ▪ (Gauss'sche) Zufallsmatrizen und Maßkonzentration — Information-based Complexity is concerned with the theoretical analysis of numerical problems and their complexity with respect to given information and intrinsic dimensionality. Compressed sensing is an efficient technique to recover and store signals with few important features, and as such will be studied in this course in the framework of information-based complexity. The content is based on elements of the following

	list: ▪ Information-based complexity basics ▪ Numerical integration and approximation ▪ Linear algorithms and Linear problems ▪ Compressed sensing and sparse approximation ▪ Restricted Isometry Property ▪ (Gaussian) random matrices and concentration of measure
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) in deutscher oder englischer Sprache; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written examination or oral exam (about 30 minutes) in German or English; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel/Tablet Presentation and projector, blackboard/tablet
Literatur Reading list	Skript / lecture notes Weiterführende Literatur wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben Additional reading material will be announced at the start of the semester

6117 Convex Geometry and Applications to Linear Programming PN 472730	
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Prochno
Dozent(in) Lecturer	Prochno, Sonnleitner
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 40 Std. Übungen + 80 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 40 hrs exercises + 80 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I, Analysis I Linear Algebra I, Analysis I
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, M.Sc. Informatik, M.Sc. Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen Grundkonzepte und -resultate der Konvexgeometrie und der Linearen Optimierung. — The students know fundamental concepts and statements of convex geometry and linear programming.

	Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden üben anhand ausgewählter Probleme Begriffe und Methoden aus der Konvexgeometrie und der Linearen Optimierung einzuordnen und anzuwenden. Sie wenden diese an, um konkrete Fragestellungen zu beantworten. — The students practice on selected problems to classify and apply concepts and methods of convex geometry and linear programming. They apply these to solve concrete problems. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte und Methoden der Konvexgeometrie und der Linearen Optimierung bei konkreten Fragestellungen anzuwenden. — The students are able to apply concepts and methods of convex geometry and linear programming to concrete problems.
Inhalt Course content	Die Konvexgeometrie beschäftigt sich mit konvexen Mengen im euklidischen Raum und bildet die Grundlage der Konvexen Optimierung, wozu die Lineare Optimierung zählt. Dieser Zusammenhang wird durch Themenbereiche aus der folgenden Liste dargestellt: ▪ Grundlagen der Konvexgeometrie ▪ Geometrische Version des Satzes von Hahn-Banach ▪ Satz von Krein-Milman über Extremalpunkte ▪ Polytope und Polyeder ▪ Grundlagen der Linearen Optimierung ▪ Simplex Algorithmus ▪ Farkas' Lemma ▪ "Neighborly Polytopes" und dünne lineare Systeme — Convex geometry is concerned with convex sets in Euclidean space and forms the basis of convex optimization, of which linear programming is part. This relation will be demonstrated through topics from the following list: ▪ Elementary convex geometry ▪ Geometric Hahn-Banach theorem ▪ Krein-Milman theorem on extreme points ▪ Polytopes and Polyhedra ▪ Linear programming basics ▪ Simplex algorithm ▪ Farkas' lemma ▪ Neighborly Polytopes and sparse linear systems
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) in deutscher oder englischer Sprache; die genaue Prü-

	fungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written examination or oral exam (about 30 minutes) in German or English; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel/Tablet Presentation and projector, blackboard/tablet
Literatur Reading list	Skript / lecture notes Weiterführende Literatur wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben Additional reading material will be announced at the start of the semester

6132	Random Graphs Random Graphs	PN 405340
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Glock	
Dozent(in) Lecturer	Glock	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Kenntnisse über grundlegende Definitionen der Graphentheorie und Wahrscheinlichkeitstheorie sind hilfreich Knowledge of basic definitions in graph theory and probability theory are helpful	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematics , B.Sc. Computer Science	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben Fachwissen über Zufallsgraphen. Sie kennen wichtige Definitionen, Theoreme und deren Be-	

	weise. — The students acquire expertise on random graphs. They know important definitions, theorems and their proofs. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, konkrete theoretische Fragestellungen, die einen engen Bezug zum Vorlesungsstoff haben, zu lösen. Insbesondere sind sie in der Lage, Schwellenfunktionen für bestimmte monotone Grapheneigenschaften zu bestimmen. — The students have the ability to solve specific theoretical problems closely related to the lecture material. In particular, they are capable of determining thresholds for specific monotone graph properties. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden besitzen die Kompetenz, Lösungsstrategien für komplexe Fragestellungen der Theorie der Zufallsgraphen zu entwickeln. — The students have the competence to develop strategies for solving complex problems from the theory of random graphs.
Inhalt Course content	▪ Basiswissen Graphentheorie ▪ Binominale Zufallsgraphen ▪ Schwellenfunktion ▪ Phasenübergang ▪ Kleine Teilgraphen ▪ Aufspannende Teilgraphen — ▪ Basics about graph theory ▪ Binomial random graph model ▪ Thresholds ▪ Phase transition ▪ Small subgraph ▪ Spanning subgraphs
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.); die genaue Prüfart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Written exam (120 min) or oral exam (30 minutes); The exact type of examination will be announced at the beginning of the semester.

Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Janson, Luczak, Rucinski: Random graphs, Wiley Frieze, Karonski: Introduction to random graphs, Cambridge University Press

6170	Visualisierung Visualization	PN 405417
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Heinzl	
Dozent(in) Lecturer	Heinzl	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Visual Computing & Data Science" (VCDS)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hrs exercises + 60 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I Programming I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Computer Science, B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Nach Abschluss der Lehrveranstaltung „Visualisierung" haben die Studierenden einen breiten Überblick über die Grundlagen der (wissenschaftlichen) Visualisierung und ihrer Teilbereiche. Die Studierenden sind in der Lage, selbständig die Anforderungen für konkrete Anwendungen zu analysieren und theo-	

	retische Methoden und Techniken der Visualisierung prototypisch umzusetzen. — After completing the course "Visualization", students will have gained a broad overview of the principles of (scientific) visualization and its sub-areas. Students can independently analyze the requirements for specific applications and prototypically implement theoretical methods and techniques of visualization.
Inhalt Course content	Visualisierung besteht aus einem theoretischen Vorlesungsteil und einem praktischen Übungsteil. Der Vorlesungsteil gliedert sich in die folgenden Teilbereiche: ▪ Im ersten Teil lernen die Studierenden die Grundlagen der (wissenschaftlichen) Visualisierung bzw. der visuellen Analyse kennen. Sie erhalten einen breiten Überblick über Visualisierungsalgorithmen und -techniken für verschiedene Datentypen, Visualisierungsaufgaben und Anwendungsbereiche. ▪ Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Volumenvisualisierung. Neben grundlegenden Konzepten und Techniken werden Methoden der direkten und indirekten Volumenvisualisierung besprochen. ▪ Der dritte Hauptteil beschäftigt sich mit der Strömungsvisualisierung, entsprechenden Beispielen, Grundlagen, sowie Methoden zur direkten und indirekten Strömungsvisualisierung. ▪ Im vierten Teil lernen die Studierenden die Prinzipien, Methoden und Techniken der Informationsvisualisierung und deren Anwendungsgebiete kennen. Dieser Teil konzentriert sich daher auf die Visualisierung abstrakter Daten sowie Graphen. ▪ Der letzte Teil diskutiert Visual Analytics und Visual Data Science sowie entsprechende Herausforderungen als abschließende Klammer. Die Vorlesung wird von einer praktischen Übung begleitet, in der die Studierenden die vorgestellten theoretischen Konzepte anwenden und umsetzen sollen. Im praktischen Teil sollen Aufgaben aus verschiedenen Bereichen der Visualisierung mit Hilfe von zur Verfügung gestellten Frameworks basierend auf JavaScript und D3 für abstrakte Daten bzw. C++ Frameworks für Übungen zu Volumen- oder Strömungsvisualisierungstechniken umgesetzt werden. — Visualization consists of a theoretical lecture and a practical exercise part. The lecture part is divided into the following main areas:

	▪ In the first part, students learn the basic principles of visualization or visual analysis. They receive a broad overview of visualization algorithms and techniques for various types of data, tasks and areas of application. ▪ The second part deals with volume visualization. In addition to basic concepts and techniques, methods for direct and indirect volume visualization will be discussed. ▪ The third section deals with flow visualization. In addition to respective examples, basics as well as direct and indirect flow visualization techniques are discussed. ▪ In the fourth part, students learn the principles, methods and techniques of information visualization and their areas of application. This section thus focuses on visualization of abstract data and graphs. ▪ The last part discusses visual analytics and visual data science as well as respective challenges as a final bracket. The lecture is accompanied by a practical exercise course in which students are expected to apply and implement the theoretical concepts presented. Tasks from various areas of visualization are to be implemented in the practical part based on provided frameworks using JavaScript and D3 for the visualization of abstract data or C++ based frameworks for exercises on volume or flow visualization techniques.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio Der Leistungsnachweis basiert einerseits auf dem Abgabegespräch der implementierten Programmieraufgaben des Übungsteils (Teil 1: 50%). Für eine positive Beurteilung müssen die Studierenden die Aufgaben selbst und in eigenen Implementierungen umsetzen, den theoretischen Hintergrund verstehen, den Quellcode während des Abgabegesprächs erläutern können. Jeder Studierende einer Gruppe muss beide Übungsaufgaben kennen. Es muss von jedem Studierenden für eine der beiden Aufgaben in einem Abgabegespräch (10 min Präsentation + 10 min Fragen/Diskussion) Funktionalität sowie Sourcecode dargestellt bzw. erklärt werden. Die zu präsentierende Aufgabe wird nach dem Zufallsprinzip zugewiesen. Der Vorlesungsteil (Teil 2: 50%) wird durch eine mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) der präsentierten Vorlesungsinhalte evaluiert, in der die Erreichung der Lehrziele überprüft wird. Für eine positive Beurteilung der Visualisierung 1 müssen sowohl Abgabegespräch als auch mündliche Prüfung positiv absolviert werden. Portfolio The performance assessment of Visualization will be based on

	the practical implementation work and the theoretical knowledge. The performance evaluation of the exercise course focusses on the implemented programming tasks. For a positive assessment, students must implement the tasks themselves and in their own implementations, understand the theoretical background and be able to explain the source code during the presentation. The lecture part will be evaluated in an oral exam (ca. 20 min) of the presented lecture content or in a written exam (90 minutes), depending on the number of participants, in which the achievement of the teaching objectives will be checked. The students will be informed about the exact type of exam at the beginning of the semester. To pass the examination, both assessment components have to be passed.
Medienformen Media used	Der Stoff ist in thematische Gruppen unterteilt und wird anhand elektronischer Folien präsentiert. In praktischen Design- und Implementierungsprojekten können die Studierenden ihre analytischen Fähigkeiten entwickeln und ihre Programmierkenntnisse vertiefen. The material is divided into thematic groups and presented using electronic slides. Students can develop their analytical skills and deepen their programming knowledge in practical design and implementation projects.
Literatur Reading list	▪ Hansen, Johnson: The Visualization Handbook, 2005 ▪ Chen, Hauser, Rheingans, Scheuermann: Foundations of Data Visualization, 2020 ▪ Daniel A. Keim, Jörn Kohlhammer, Geoffrey Ellis and Florian Mansmann: Mastering the Information Age - Solving Problems with Visual Analytics, 2010 ▪ Tamara Munzner, Visualization Analysis and Design, 2009. ▪ Hansen, Chen, Johnson, Kaufman, Hagen: Scientific Visualization - Uncertainty, Multifield, Biomedical, and Scalable Visualization, 2014 ▪ Claus Wilke: Fundamentals of Data Visualization, 2019

6208	Machine Learning Control and Optimization	PN 455398
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Wirth	
Dozent(in) Lecturer	Wirth	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60+30 Std. Präsenz + 90+90 Std. Eigenarbeitszeit 60+30 contact hours + 90+90 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Optimierung *oder* Mathematik in Technischen Systemen I – III sowie Mathematische Systemtheorie — Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Ordinary Differential Equations, Optimization *or* Mathematics in Technical Systems I-III and Mathematical Systems Theory	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Master Informatik, Master Computational Mathematics, Master Artificial Intelligence Engineering Master Computer Science, Master Computational Mathematics, Master Artificial Intelligence Engineering	
Angestrebte Lernergebnisse	Kenntnisse / Skills/Knowledge	

Learning outcomes	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien der datenbasierten Regelung dynamischer Systeme. Dazu kennen sie Methoden zur Behandlung von Datensätzen und zur datenbasierten Identifikation dynamischer Systeme. Ferner verfügen sie über relevante Techniken der mathematischen Optimierung. Sie sind in der Lage stabilisierende, datenbasierte LQR-Regler zu entwerfen. — The participants are familiar with the fundamental concepts of data-based control. They know methods from data analysis and data-driven system identification of dynamical systems. They are able to apply relevant techniques from optimization. Also they can design stabilizing, data-based LQR controllers. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden beherrschen die Grundsätze der Datenkompression, sowie der Gruppierung von Daten. Sie sind in der Lage entsprechende Verfahren auf gegebene Datensätze anzuwenden. Zudem können die Studierenden unterschiedliche Verfahren zur Identifikation dynamischer Systeme auf gegebene Datensätze anwenden. Ebenso können sie Regelungsaufgaben datenbasiert formulieren und beherrschen wesentliche Ansätze für den datenbasierten Reglerentwurf. — The participants can analyze given data sets with respect to dimensionality reduction and clustering. They can apply different techniques for data-based system identification. They can design algorithms for these purposes. They are capable of formulating various data-driven control tasks and are able to design appropriate data-based controllers.
Inhalt Course content	Datenkompression, Hauptkomponenten-Analyse, Gruppierung, Lloyd Algorithmus, Support-Vector Machines, Kern-Trick, Eigensystem-Realisierungsalgorithmus. Beobachter-Kalman Filter Identifikation. Zusammenhang zwischen Systemidentifikation und der Koopman Operatortheorie. Datenbasierte Regelung, linear-quadratische optimale Steuerung, Dateninformativität, Semi-Definite Programme, stochastische Gradientenverfahren — Dimensionality reduction, principal component analysis, clustering, Lloyd's algorithm, support vector machines, kernel trick, eigensystem realization algorithm. Connection between system identification and Koopman operator theory, observer-Kalman filter identification. Data-driven linear-quadratic regulator problem, data informa-

	tivity, semi-definite programming, stochastic gradient descent
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90 min Klausur oder ca. 30 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 90-minute written examination or 30-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced at the beginning of the semester
Medienformen Media used	Tafel, Beamer, Vorlesungsskript, Übungsblätter Blackboard, projector presentation, lecture notes, exercise sheets
Literatur Reading list	S.L. Burton, J.N. Kutz: Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems and Control, Cambridge University Press, 2019. De Persis, C., Tesi, P.: Formulas for Data-Driven Control: Stabilization, Optimality and Robustness, IEEE Transactions on Automatic Control 65 (3): 909 – 924, 2020. van Waarde, H., Eising, J., Trentelman, H., Camlibel, K.: Data Informativity: A New Perspective on Data-Driven Analysis and Control. IEEE Transactions on Automatic Control 65 (11): 4753 – 4768, 2020.

6218	Maß- und Integrationstheorie Measure and Integration Theory	PN 455510
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Müller-Gronbach, Prochno, Rudolf	
Dozent(in) Lecturer	Müller-Gronbach, Prochno, Rudolf	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Random Structures and Dynamics" (RSD)	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II, Einführung in die Stochastik Analysis I + II, Linear Algebra I + II, Introduction to Stochastics	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematics, M.Sc. Computer Science	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Verständnis der Grundkonzepte und -techniken sowie der zentralen Ergebnisse der Maß- und Integrationstheorie.	

	— Understanding of the basic concepts and techniques as well as the central results of measure and integration theory. Fähigkeiten / Abilities Fähigkeit zur Anwendung grundlegender Modellierungs- und Beweisverfahren der Maß- und Integrationstheorie. — Ability to apply modelling and proof techniques from measure and integration theory.
Inhalt Course content	Grundkonzepte und zentrale Ergebnisse aus der Maß-und Integrationstheorie, insbesondere: ▪ Maßräume und messbare Abbildungen ▪ Produkträume ▪ Konstruktion von Maßen ▪ Maßintegrale ▪ Konvergenz von Folgen messbarer Funktionen ▪ Absolute Stetigkeit von Maßen Darauf aufbauend eine Auswahl weiterer Inhalte, etwa ▪ Hausdorff-Maße ▪ Integration auf Mannigfaltigkeiten ▪ Integralsätze von Stokes und Gauß — Basic concepts and central results from measure and integration theory, in particular: ▪ measure spaces and measurable mappings ▪ product spaces ▪ Construction of measures ▪ measure integrals ▪ Convergence of sequences of measurable functions ▪ Absolute continuity of measures Building on this, a selection of further content, such as ▪ Hausdorff measures ▪ Integration on manifolds ▪ integral theorems of Stokes and Gauss
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. 120-minute written or 30-minute oral examination, the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector and blackboard

Literatur Reading list	Wird vom Dozenten oder der Dozentin bekannt gegeben / Will be announced by the lecturer

6241	Lineare und Diskrete Optimierung Linear and Discrete Optimization	PN 471550
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Harks	
Dozent(in) Lecturer	Harks	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Theoretical Foundations of AI - Algorithms and Optimization" (AO)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 + 15 Std. Präsenz, 75 + 75 Std. Eigenarbeitszeit 45+15 contact hours, 75+75 hours independent study and exam preparation	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I Lineare Algebra I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematics,B.Sc. Computer Science	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der Optimierung sowie die theoretischen Grundlagen der Algorithmen. —	

	The students get to know the foundational questions and methods in the area of linear and discrete optimization. In particular cutting planes and the Ellipsoid methods are taught. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können Optimierungsprobleme modellieren und geeignete Lösungsverfahren auswählen oder selbst implementieren. Weiterhin haben sie sich grundlegende theoretische Einsichten zur Klassifizierung eines gegebenen Optimierungsproblems hinsichtlich einer Charakterisierung und Sensitivitätsanalyse von Optimallösungen angeeignet. — The students are able to model linear and discrete optimization problems and to design appropriate solution algorithms. Moreover, they are able to reformulate those problems in order to use standard software tools to solve them. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden haben die Kompetenz, Optimierungsprobleme zu modellieren, zu bewerten und mit Rechnerunterstützung zu lösen. — The students gain the competency to model and solve linear and integer optimization problems.
Inhalt Course content	Grundsätzliche Optimierungsfragen, Lineare und diskrete Optimierung, Ellipsoid Methode, Dualität, Schnittebenenverfahren. — Foundational optimization problems, linear and discrete problems, Ellipsoid method, duality, cutting plane algorithms.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige Klausur oder ca. 30-minütige mündliche Prüfung Exam (120 minutes) or oral exam (about 30 minutes)
Medienformen Media used	Tafel blackboard
Literatur Reading list	Skript lecture notes

11017A Ethische Konzepte in einer globalen Wirtschaft Ethical Concepts in a Global Economy	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Sommersemester Summer Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Meißner, Bort
Dozent(in) Lecturer	Meißner, Bort
Sprache Language of instruction	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Entrepreneurship" (Ent)
Lehrform/SWS Contact hours	2
Arbeitsaufwand Workload	30 h Kontaktstudium, 120 h Selbststudium 30 hours contact time, 120 hours own work time
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Für den Erhalt eines Zertifikats ist die Teilnahme an dem Modul „Ethische Konzepte in einer globalen Wirtschaft“ und (11017C1 oder 11017C2) Voraussetzung. Participation in the module "Ethical Concepts in a Global Economy" and (11017C1 or 11017C2) is a prerequisite for obtaining a certificate.
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die am Modul „Ethische Konzepte in einer globalen Wirtschaft“ erfolgreich teilgenommen haben, ▪ benennen zentrale Theorien und Begrifflichkeiten der Wirtschafts- und Unternehmensethik sowie von Verantwortung und globaler Gerechtigkeit im deutschsprachi-

	gen Raum ▪ verorten diese innerhalb der grundlegenden Ansätze und Positionen der Ethik ▪ reflektieren kritisch die zugrundeliegenden Prämissen und Argumente dieser Theorien sowie mögliche Gegenargumente ▪ wenden die Theorien in Bezug auf Praxisbeispiele an und positionieren sich zu ihnen ▪ verstehen den Argumentationsaufbau wirtschafts- und unternehmensethischer Texte ▪ präsentieren die behandelten Theorien / Konzepte, leiten Diskussionen in diesem Themenbereich ▪ arbeiten Forschungsperspektiven aus Students who have successfully completed the module "Ethical Concepts in a Global Economy", ▪ name central theories and concepts of economic and business ethics as well as responsibility and global justice in German-speaking countries ▪ locate these within the fundamental approaches and positions of ethics ▪ critically reflect on the underlying premises and arguments of these theories as well as possible counter-arguments ▪ apply the theories in relation to practical examples and take a position on them ▪ understand the argumentation structure of economic and business ethics texts ▪ present the theories/concepts dealt with and lead discussions in this subject area ▪ work out research perspectives
Inhalt Course content	▪ Theorien der Verantwortung und globaler Gerechtigkeit ▪ Unterschiedliche Theorien und Ansätze innerhalb der Wirtschafts- und Unternehmensethik ▪ Corporate Social Responsibility & Consumer Responsibility ▪ Ethische Grundlagen nachhaltigen Wirtschaftens im globalen Kontext — ▪ Theories of responsibility and global justice ▪ Different theories and approaches within business ethics ▪ Corporate Social Responsibility & Consumer Responsibility ▪ Ethical foundations of sustainable business in a global

	context
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio
Medienformen Media used	Die Veranstaltung besitzt Seminarcharakter mit Präsentations-, Diskussions- und Reflexionsformaten. The lecture has the character of a seminar with presentations, discussions and reflection formats.
Literatur Reading list	Literaturhinweise in der Veranstaltung Literature will be announced during the course.

11017C1 Global Justice and Business Ethics: Sustainable Entrepreneurship	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Wintersemester Every winter semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Meißner, Bort
Dozent(in) Lecturer	Meißner, Bort
Sprache Language of instruction	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Entrepreneurship" (Ent)
Lehrform/SWS Contact hours	3
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 105 Std. Eigenarbeitszeit 45 contact hours + 105 hours independent study
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die am Modul „Global Justice and Business Ethics: Sustainable Entrepreneurship" erfolgreich teilgenommen haben, ▪ erläutern, was nachhaltige Unternehmer/innen sind und wie diese zur Lösung eines gesellschaftlichen, sozialen und ökologischen Problems beitragen. ▪ nutzen praxisorientierte Tools um Probleme und dessen

	Stakeholder zu identifizieren. ▪ erklären und bewerten die wesentlichen Bestandteile eines nachhaltigen Geschäftsmodells. ▪ entwickeln und validieren auf Basis evidenzbasierter Ergebnisse und des Design-Thinking Ansatzes eine erste Geschäftsidee inklusive Wertversprechen. ▪ bewerten und identifizieren das Marktumfeld, relevante Marktteilnehmer und das Marktpotenzial. ▪ entwickeln einen low-fidelity Prototypen des Produktes bzw. der Dienstleitung. ▪ beurteilen kritisch wie die von ihnen entwickelte Geschäftsidee zur Lösung eines gesellschaftlichen, sozialen und ökologischen Problems beiträgt. Students who have successfully completed the module "Global Justice and Business Ethics: Sustainable Entrepreneurship" are able to ▪ explain what sustainable entrepreneurs are and how they contribute to solving a societal, social and ecological problem. ▪ use practice-orientated tools to identify problems and their stakeholders. ▪ explain and evaluate the key components of a sustainable business model. ▪ develop and validate an initial business idea including a value proposition on the basis of evidence-based results and the design thinking approach. ▪ evaluate and identify the market environment, relevant market participants and market potential. ▪ develop a low-fidelity prototype of the product or service. ▪ critically assess how the business idea they have developed contributes to solving a societal, social and ecological problem.
Inhalt Course content	In diesem Praxismodul können die Studierenden ihre Handlungs- und Problemlösungskompetenzen im Umgang mit gesellschaftlichen, sozialen und ökologischen Herausforderungen erweitern. In diesem Teilmodul steht die inter- und transdisziplinäre Entwicklung von nachhaltigen und / oder sozialen Geschäftsmodellen im Mittelpunkt. — In this practical module, students can expand their action and problem-solving skills in dealing with societal, social and ecological challenges. This sub-module focuses on the inter- and transdisciplinary development of sustainable and/or social business models.

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio
Medienformen Media used	Vorlesung mit Seminarcharakter: interaktiver Frontalunterricht mit Workshops. Präsentation der eigenen Arbeit durch Studierende. Verfassung eines Projektberichtes Lecture with seminar character: interactive frontal teaching with workshops. Presentation of own work by students. Writing a project report.
Literatur Reading list	Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Weitere Literatur wird im Laufe des Kurses bekannt gegeben. Further literature will be announced during the course.

21450	Urheberrecht Copyright Law	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Beurskens	
Dozent(in) Lecturer	Beurskens	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Regulation of AI and Data" (RAI)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 120 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Modul "Ethische und rechtliche Fragen künstlicher Intelligenz" Module "Ethical Aspects and Legal Issues of AI"	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Wirtschaftsinformatik, B.Sc. Digital Transformation in Business and Society	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme am Modul: ▪ selbstständig tatsächliche Lebenssachverhalte anhand der aktuellen urheberrechtlichen Regelungen einordnen	

und sie einer Risikobewertung zuführen,
- die Bedeutung des Urheberrechts für die moderne Informationsgesellschaft (Inhaberschaft an Inhalten, Software, Datenbankstrukturen und -instanzen; Blockaderecht und wirtschaftliche Handelsware) bewerten und kritisch hinterfragen,
- grundlegende Formulierungen für vertragliche Nutzungsrechte (Lizenzen) entwerfen und die Reichweite der Beschränkung der Rechte durch fremde Textentwürfe beurteilen,
- die rechtspolitische Debatte um eine Erweiterung urheber- und leistungsschutzrechtlicher Ausschließungsrechte einerseits und die Schaffung neuer bzw. Erweiterung bestehender Schranken andererseits nachvollziehen und zusammenfassen sowie eigene Stellung beziehen,
- die Bedeutung der nationalen Geltung urheberrechtlicher Regelungen nachvollziehen und in seinen praktischen Implikationen auf echte Lebenssachverhalte anwenden,
- einschlägige Normen im deutschen Recht auffinden und anhand zentraler Rechtsstreitigkeiten auch Laien gegenüber erklären.

—

After successfully completing the module, students will be able to
- independently categorize actual life situations on the basis of current copyright regulations and assess their risks,
- evaluate and critically scrutinize the significance of copyright for the modern information society (ownership of content, software, database structures and instances; blocking rights and economic commodities),
- draft basic formulations for contractual rights of use (licenses) and assess the scope of the restriction of rights by third-party text drafts,
- understand and summarize the legal policy debate on an extension of copyright and ancillary copyright exclusion rights on the one hand and the creation of new or extension of existing restrictions on the other hand and take their own position,
- understand the significance of the national validity of copyright regulations and apply them to real life situations in terms of their practical implications,
- identify relevant norms in German law and explain them to laypersons using key legal disputes.

Inhalt Course content	Das Urheberrecht ist nicht erst seit Plagiatsaffären, Abmahnungen wegen illegalen Streamings und der Diskussion um die Bereitstellung von fremden Materialien zu Lehrzwecken in der Diskussion. Neben dem idealistischen Schutz des kreativ Schaffenden steht heute vor allem die überragende wirtschaftliche Bedeutung, etwa bei Kinofilmen, Computerspielen, aber auch bei Fachbüchern und Produktdesigns im Fokus intensiver Lobbyarbeit. Die Vorlesung behandelt den internationalen und europäischen Regelungsrahmen ebenso wie die geltenden deutschen Regelungen. Dabei wird der Stoff nicht abstrakttheoretisch, sondern konkret anhand praktischer Fälle Schritt für Schritt einprägsam vermittelt. — Copyright law has been under discussion not only since the plagiarism scandals, warnings about illegal streaming and the debate about making third-party materials available for teaching purposes. In addition to the idealistic protection of creators, the focus of intensive lobbying today is above all on the outstanding economic significance of copyright, for example in cinema films, computer games, but also in specialist books and product designs. The lecture deals with the international and European regulatory framework as well as the applicable German regulations. The material is not taught in an abstract, theoretical manner, but in a concrete, step-by-step manner using practical cases.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten pro Kandidat:in) als Gruppenprüfung am Ende der Vorlesungszeit Oral exam (approx. 15 minutes per candidate) as a group exam at the end of the lecture period
Medienformen Media used	Vorlesung mit Diskussionsmöglichkeit in Präsenz (Gruppengröße bis zu 40 Personen), darunter auch Jurist:innen im Schwerpunktbereichstudium (6. Semester); Onlinekurs mit Diskussionsforum und Selbstkontrollelementen Lecture with discussion opportunity in presence (group size up to 40 people), including lawyers in the specialization area (6th semester); online course with discussion forum and self-control elements
Literatur Reading list	keine none

21470	Grundzüge des IT- und Datenrechts Introduction to IT and Data Law	PN 431300
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Bomhard, Rücker	
Dozent(in) Lecturer	Bomhard, Rücker	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Regulation of AI and Data" (RAI)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 120 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Modules "Ethical Aspects and Legal Aspects of AI"	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden sind für IT- und datenrechtliche relevante Fallkonstellationen sensibilisiert und können den rechtlichen Rahmen eigenständig recherchieren und potentielle Gefahren abstecken. Sie können Fragestellungen mit Digitalisierungs-Bezug eigenständig in das Gesamtsystem der Rechtsordnung	

	und Spezialregelungen einordnen und die zur Beurteilung erforderlichen Informationen zielgerichtet und effizient auffinden. Die Studierenden können bestehende und geplante rechtliche Vorgaben im Hinblick auf ihre Eignung zur Lösung konkreter Probleme sowie der Gefahr der Beschränkung möglicher Innovationen beurteilen. Die Studierenden können aktiv an Diskussionen zu aktuellen Fragestellungen sowie Entwicklungen auf Ebene der Gesetzgebung mitwirken und diese durch sachlich fundierte Argumente bereichern. Die Studierenden haben einen kritischen Blick auf die Vorgaben die Gesetzgebung und Rechtsprechung an Aktivitäten im Bereich der Digitalisierung stellen und können deren Zweckmäßigkeit eigenständig bewerten. — Students are sensitized to IT and date law-related case constellations and can independently research the legal framework as well as identify potential risks. They can independently classify digitalization-related questions in the overall legal system and special regulations as well as efficiently find the information required for the assessment. Students can assess existing and planned legal requirements regarding their suitability for solving specific problems as well as the risk of restricting possible innovations. They can actively participate in discussions on current issues and developments at the legislative level, enriching these with factually based, objective arguments. They have critical perspective of the requirements imposed by legislation and jurisprudence on activities in the field of digitalization and can independently evaluate their appropriateness.
Inhalt Course content	Das Modul vermittelt die zentralen Grundlagen des Rechts der Informationstechnologie. In Parallele zum Recht der körperlichen Gegenstände (Sachenrecht) stehen hier immaterielle Güter (Daten, Software, digitale Inhalte, digitale Dienstleistungen) im Fokus. Behandelt werden daher insbesondere Grundzüge des Datenschutz- und des Urheber- bzw. Leistungsschutzrechts. Weitergehend steht der Rahmen der Digitalökonomie im Fokus; neben dem allgemeinen Zivilrecht und Grundzügen des Kartellrechts werden damit die zunehmenden europarechtlichen Vorgaben in den Fokus gerückt. Behandelt werden insoweit etwa das Recht der Onlineplattformen (einschließlich Sonderregeln für soziale Medien und Gatekeeper), aber auch die neueren Entwicklungen zu Data Governance und Künstlicher Intelligenz. Das Modul ist eng verknüpft mit den spezielleren Modulen „Algorithmen und Recht“ sowie „Datenbanken, Netzwerke, Sicherheit und Kommunikation“, in denen jeweils Einzelaspekte vertieft werden. Die drei Modu-

	le bilden insgesamt den einzigen spezifischen IT-Recht-Inhalt im Bachelorstudiengang. Ziel ist dabei ausschließlich das Problembewusstsein bei der Konzeptionierung, Entwicklung und Betreuung von Legal Tech Anwendungen zu schaffen, nicht hingegen ein umfassendes Verständnis der jeweiligen Materie. Dies ist vielmehr dem Schwerpunktbereichsstudium im Staatsexamensstudiengang oder einem entsprechenden Masterstudiengang vorbehalten. Die (zivil-)rechtliche Behandlung von Daten, vor allem der Handel mit Daten, ist für Legal Tech genauso relevant wie der Handel mit herkömmlichen Gütern. Auch Datenverträge können automatisiert entworfen werden. Die in den letzten Jahren hinzugekommenen europäischen Digitalrechtsakte stellen dabei die Rahmenbedingungen, die Sie kennen und anwenden müssen, wenn Sie sich mit dem Digitalrecht befassen. — This module provides the central principles of information technology law. In parallel to the law of tangible objects (property law), it focuses on intangible assets (such as data, software, digital content, digital services). Accordingly, it mainly addresses the basics of data protection law and copyright law. Furthermore, the framework of the digital economy is a central focus; thereby placing emphasis on increasing European legal regulations in addition to general civil law and the basics of antitrust law. Topics covered include law of online platforms (including special regulations for social media and gatekeepers) as well as recent developments in data governance and artificial intelligence. This module is closely linked to the more specific modules "Algorithms and Law" and "Databases, Networks, Security and Communication", in which individual aspects are explored in more depth. Together, these three modules constitute the only specific IT law content within the bachelor´s degree. The aim is solely to raise awareness of issues regarding conception, development and maintenance of Legal Tech applications, rather than to provide a comprehensive understanding of the respective subjects, which is reserved for focus area studies in the state examination program or a corresponding master´s course. The (civil) legal treatment of date, particularly data trade, is just as relevant to Legal Tech as the trade of traditional goods. Data contracts can be drafted automatically as well. The European digital legal acts introduced in recent years provide the framework that one must know and apply when dealing with digital law.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (60 Min) Written Exam (60 Min)

Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	keine none

25910 Einführung in das Internetrecht für Nichtjuristen Internet Law for Non-Lawyers	PN 432200
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Beurskens
Dozent(in) Lecturer	Beurskens
Sprache Language of instruction	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Regulation of AI and Data" (RAI)
Lehrform/SWS Contact hours	2V
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und Prüfungsvorbereitung
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Teilnehmer/innen kennen die besonderen Herausforderungen der Regulierung des Internets und die Schwierigkeiten bei der Rechtsdurchsetzung im Kontext des Internets. Die Teilnehmer/innen verstehen grundlegende Aspekte der Internet Governance. Die Teilnehmer/innen haben einen fundierten Überblick über die durch die vielfältige private und kommerzielle

	Nutzung des Internets aufgeworfenen Rechtsfragen. Die Teilnehmer/innen beherrschen die vermittelten Rechtskenntnisse und können diese auf einzelne Fälle anwenden. — Participants are familiar with the unique challenges of regulating the Internet and the difficulties of enforcing the law in the context of the Internet. They understand fundamental aspects of Internet governance. Participants possess a solid overview of the legal issues arising from the diverse private and commercial uses of the Internet. They have mastered the legal principles conveyed and are able to apply them to individual cases.
Inhalt Course content	Die Teilnehmer/innen erhalten eine Einführung in die durch die vielfältige private und kommerzielle Nutzung des Internets aufgeworfenen Rechtsfragen. Grundlegende Regulierungsparameter der Internet Governance werden ergänzend vermittelt. Im Einzelnen erfolgt eine Befassung mit Einzelfragen des Vertragsrechts, des eCommerce-Rechts, des Daten(schutz)rechts, des Kartellrechts, des Medienrechts, des Urheberrechts, des Domainrechts, des Werberechts sowie mit Haftungsfragen im Internet. Ergänzt werden die vorbenannten Inhalte jeweils durch internationale Bezüge und (rechts-) politische Fragestellungen. Themenspezifisch werden jeweils aktuelle internetrechtliche Fragen behandelt. — Participants receive an introduction to the legal issues raised by the diverse private and commercial use of the Internet. Basic regulatory parameters of Internet governance are also covered. Topics that are addressed in detail include contract law, e-commerce law, data protection law, antitrust law, media law, copyright law, domain law, advertising law, and liability issues regarding the Internet. They are supplemented by international perspectives and (legal) political issues. Current issues in Internet law are discussed in a topic-specific manner.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur Written Exam
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Haug, Grundwissen Internetrecht, 2. Aufl. 2010 Heckmann, jurisPK-Internetrecht, 4. Aufl. 2014

25960 Datenschutzrecht für Nebenfachstudierende Data Protection / Privacy Law for Non-Lawyers	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	von Lewinski
Dozent(in) Lecturer	von Lewinski
Sprache Language of instruction	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Regulation of AI and Data" (RAI)
Lehrform/SWS Contact hours	2V
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 120 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Modul "Ethische und rechtliche Fragen künstlicher Intelligenz" Module "Ethical Aspects and Legal Issues of AI"
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Wirtschaftsinformatik, B.Sc. Digital Transformation in Business and Society
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Teilnehmer/innen kennen die (rechts-)politischen Grundlagen der Datenschutzregulierung sowie die Entwicklung des Datenschutz(recht)es. Die Teilnehmer/innen verstehen grundlegende Aspekte der Data Governance. Die Teilnehmer/innen

	haben einen fundierten Überblick über die Regelungen und Vorgaben der DS-GVO und des nationalen Datenschutzrechts. Die Teilnehmer/innen beherrschen die vermittelten Rechtskenntnisse und können diese auf einzelne Fälle anwenden. — Participants are familiar with the (legal) political foundations of data protection regulation and the development of data protection (law). Participants understand fundamental aspects of data governance. Participants have a sound overview of the regulations and requirements of the GDPR and national data protection law. Participants have mastered the legal knowledge taught and can apply it to individual cases.
Inhalt Course content	Gegenstand der Vorlesung ist das Europäische und nationale Datenschutzrecht nebst internationalen Bezügen. Die Teilnehmer/innen erhalten eine Einführung in die Grundstrukturen des Datenschutzrechtes der DS-GVO und nationaler Umsetzungsnormen. Grundlegende Regulierungsparameter der Data Governance werden dabei vermittelt. Im Einzelnen erfolgt eine Befassung mit der Geschichte des Datenschutz(recht)es, den verfassungsrechtlichen Grundlagen des Datenschutz(recht)es, den Zielen und Grundsätzen des Datenschutz(recht)es, den Grundzügen des Internationalen Datenschutzrechtes, den datenschutzrechtlichen Akteuren, den Compliance-Anforderungen der DS-GVO und des BDSG sowie mit dem public und private enforcement des Datenschutzrechtes. Im Überblick wird das Zusammenspiel mit anderen Rechtsgebieten vermittelt. Ergänzt werden die vorbenannten Inhalte jeweils durch internationale Bezüge und (rechts-)politische Fragestellungen. Themenspezifisch werden jeweils aktuelle datenschutzrechtliche Fragen behandelt. — The lecture covers European and national data protection law together with international references. Participants will receive an introduction to the basic structures of data protection law under the GDPR and national implementation standards. Basic regulatory parameters of data governance are taught. In detail, the history of data protection (law), the constitutional foundations of data protection (law), the objectives and principles of data protection (law), the main features of international data protection law, the data protection actors, the compliance requirements of the GDPR and the BDSG as well as the public and private enforcement of data protection law are dealt with. An overview of the interplay with other areas of law is provided. The aforementioned content is supplemented by international references and (legal) policy issues. Current data protection issues are dealt with on a topic-specific basis.

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (Abschlussklausur), 60 Minuten Written Exam (60 Minutes)
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	keine none

26639	KI im Strafrecht	PN xxxxxx
	Artificial Intelligence in Criminal Law	
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Valerius	
Dozent(in) Lecturer	Valerius	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Regulation of AI and Data" (RAI)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 120 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Modules "Ethical Aspects and Legal Aspects of AI"	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden haben ein Bewusstsein für die grundsätzlichen Fragen der Zurechnung von durch automatisierte Systeme verursachte Rechtsgutverletzungen zu Menschen und juristischen Personen und können auf dieser Grundlage eigenständig praktische Falllösungen entwickeln. Die Studieren-	

	den kennen praktische Einsatzfelder von künstlicher Intelligenz und können mögliche Strafbarkeitsrisiken vorab beurteilen. Die Studierenden haben ein Verständnis für die wesentlichen strafrechtlichen und strafverfahrensrechtlichen Grundsätze und können vor diesem Hintergrund aktuelle wie künftige Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz konstruktiv begleiten. — Students have an awareness of the fundamental issues of attributing violations of legal interests caused by automated systems to people and legal entities and can independently develop practical case solutions on this basis. Students are familiar with practical fields of application of artificial intelligence and can assess potential criminal liability risks in advance. Students will have an understanding of the key principles of criminal law and criminal procedure and will be able to constructively support current and future developments in the field of artificial intelligence against this background.
Inhalt Course content	Die Vorlesung „Künstliche Intelligenz im Strafrecht“ behandelt strafrechtlich relevante Fragestellungen und Eigenschaften der Künstlichen Intelligenz. Im materiellen Strafrecht wird nicht zuletzt auf die Verantwortlichkeit von bzw. für Algorithmen eingegangen. Hierbei wird insbesondere erörtert, welche Sorgfaltsanforderungen bei der Programmierung Künstlicher Intelligenz zu beachten sind, um etwa deren Inverkehrbringen als erlaubtes Risiko ansehen zu können. Außerdem werden tradierte Verantwortlichkeitsregime wie die Produkthaftung sowie klassische Konstellationen wie der sog. Weichenstellerfall erörtert, die auch im Zusammenhang mit Künstlicher Intelligenz (z.B. bei der Programmierung autonomer Fahrzeuge) Bedeutung erlangen können. Im Strafverfahrensrecht wird thematisiert, ob und ggf. in welchem Umfang der unterstützende oder sogar ersetzende Einsatz Künstlicher Intelligenz zulässig ist. Besprochen wird unter anderem die Anwendung von Algorithmen bei der Strafzumessung oder zur Schätzung der Rückfallwahrscheinlichkeit sowie der Rückgriff auf Bilderkennungssysteme bei der Sichtung und Analyse verdächtiger und rechtswidriger (z.B. kinderpornographischer) Inhalte. — The lecture “Artificial Intelligence in Criminal Law” deals with issues and characteristics of artificial intelligence relevant to criminal law. In substantive criminal law, the responsibility of or for algorithms is discussed. In particular, it discusses which due diligence requirements must be observed when programming artificial intelligence in order, for example, to be able to consider placing it on the market as a permissible risk. In addi-

	tion, traditional liability regimes such as product liability and classic constellations such as the so-called "switchman case" are discussed, which can also become important in connection with artificial intelligence (e.g. in the programming of autonomous vehicles). In criminal procedure law, the issue of whether and, if so, to what extent the supportive or even substitutive use of artificial intelligence is permissible will be addressed. Among other things, the use of algorithms in sentencing or for estimating the probability of recidivism as well as the use of image recognition systems for viewing and analyzing suspicious and illegal (e.g. child pornography) content will be discussed.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (60 Min) Written Exam (60 Min)
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	keine none

32720 Technologie- und Innovationsmanagement Technology and Innovation Management	PN 212418
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer Module duration	1 semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Häussler
Dozent(in) Lecturer	Häussler
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Entrepreneurship" (Ent)
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand Workload	30 + 30 Std. Präsenz, 45 + 45 Std. Eigenarbeitszeit 30 + 30 hrs presence, 45 + 45 hrs self study
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die erfolgreich an dem Modul „Technologie- und Innovationsmanagement" teilgenommen haben, ▪ erläutern grundlegende Konzepte und Methoden im Bereich von Technologie- und Innovationsmanagement. ▪ klassifizieren Innovationstypen (z.B. disruptive Innovation) anhand verschiedener Dimensionen (z.B. Grad der Veränderung von inkrementell zu radikal) und stellen

	Innovations(teil)prozesse dar. ▪ bedienen sich theoretischer Überlegungen der Innovationsforschung zur Analyse von Innovationsstrategien. ▪ charakterisieren aktuelle Konzepte der Forschungsorganisation (z.B. Open Innovation) und strukturieren Innovationsprojekte strategisch. ▪ beurteilen die Effizienz des Innovationsprozesses anhand verschiedener Gestaltungsvariablen. ▪ schätzen aktuelle Herausforderungen des Innovationsmanagements durch organisationalen und technischen Wandel ein. ▪ entwickeln Empfehlungen für Innovationsstrategien auf Basis von Vor- und Nachteilen verschiedenster Maßnahmen Students who have successfully participated in the module "Technology and Innovation Management", ▪ explain basic concepts and methods in the field of technology- and innovation management. ▪ classify types of innovation (e.g., disruptive innovation) on the basis of various dimensions (e.g., degree of change from incremental to radical) and describe innovation (sub)processes. ▪ use theoretical considerations from innovation research to analyze innovation strategies. ▪ characterize current concepts of research organization (e.g., open innovation) and structure innovation projects strategically. ▪ assess the efficiency of the innovation process on the basis of various design variables. ▪ assess current challenges of innovation management due to organizational and technical change. ▪ develop recommendations for innovation strategies based on the advantages and disadvantages of various measures.
Inhalt Course content	Organisatorischer Wandel und Innovation sind Voraussetzungen für nachhaltigen Unternehmenserfolg in zahlreichen Industrien. Sie stellen allerdings Unternehmen häufig vor große strategische und organisatorische Herausforderungen. Die Vorlesung thematisiert sowohl das strategische als auch das taktisch-operative Innovationsmanagement. In der Vorlesung erhalten Studierende Einblick in aktuelle Organisations- und Managementkonzepte, die geeignete Rahmenbedingungen für ein effektives und effizientes Technologie- und Innovationsmanagement darstellen. — Organizational change and innovation are prerequisites for su-

	stainable corporate success in numerous industries. However, they often pose major strategic and organizational challenges to organizations. This lecture addresses innovation management on strategic as well as tactical-operational levels. In the lecture, students gain insights into current organizational and management concepts that provide a suitable framework for effective and efficient technology- and innovation management.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60 Minuten Endklausur Written exam at the end of the course (60 Minutes)
Medienformen Media used	Interaktiver Frontalunterricht, individuelle und Gruppen-Bearbeitung von Aufgaben, Diskussion von Lehrinhalten und Integration von Studierenden-Präsentationen Interactive lecture, individual and group tasks, discussion of contents, and Integration of (voluntary) student presentations.
Literatur Reading list	Aktuelle Beiträge aus wissenschaftlichen Zeitschriften Selection of academic essays, articles, and case-studies.

32765	5-Euro-Business Competition	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Bort	
Dozent(in) Lecturer	Bort	
Sprache Language of instruction	Deutsch German. Slides available in English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Entrepreneurship” (Ent)	
Lehrform/SWS Contact hours	4	
Arbeitsaufwand Workload	60h Präsenzzeit, 90h Eigenstudium 60h attendance time, 90h self-study	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Teilnahme an der Auftaktveranstaltung in den ersten Wochen des Semesters. Die Auswahl der Teilnehmenden, falls nötig, findet im Anschluss an die Anmeldung bei der Auftaktveranstaltung statt. (Bei den letzten Wettbewerben konnte allen Angemeldeten die Teilnahme ermöglicht werden). Participation in the kick-off event in the first weeks of the semester. The selection of participants, if necessary, takes place after registration at the kick-off event. (In the last competitions, all those who registered were able to take part).	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills		
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse	Studierende, die erfolgreich an dem Modul „5-Euro-Business	

Learning outcomes	Wettbewerb (für Bachelorstudierende)“ teilgenommen haben, ▪ erläutern grundlegende Konzepte und Methoden im Bereich der Existenzgründung und identifizieren entscheidungsrelevante Meilensteine in verschiedenen Teilbereichen wie „Ideenentwicklung“, „Projektmanagemen“, „Marketing“ und „Finanzen“, welche im Zuge der Existenzgründung essenziell sind. ▪ stellen wirtschaftliche Zusammenhänge und Bedingungen, unter welchen unternehmerische Entscheidungen getroffen werden, dar. ▪ arbeiten einen Businessplan auf Basis des für Unternehmensgründungen notwendigen Grundwissen aus, welcher ihre entwickelte Geschäftsidee strukturiert und konzeptionell zielgruppenspezifisch illustriert. ▪ schätzen ihre im spielerischen Umfeld des Wettbewerbs getätigten Entscheidungen Handlungen und Erfahrungen anhand von wissenschaftlichen Konzepten und Theorien ein. ▪ analysieren das Potential der eigenen Geschäftsidee anhand verschiedener Dimensionen. Dabei nutzen die Studierenden Tools, um u.a. den Wettbewerb oder das mit der Geschäftsidee adressierte Problem zu analysieren. Auf Basis ihrer Ergebnisse entwickeln die Studierenden anschließend die Value Proposition der eigenen Geschäftsidee. ▪ entwickeln im Zuge der praktischen Erfahrung der Existenzgründung unternehmerisches Denken und Handeln, für welches Eigeninitiative, Entscheidungsfreude, Teamfähigkeit, Kreativität und Selbstständigkeit von zentraler Bedeutung sind. Students who have successfully participated in the module “5-Euro-Business Competition (for Bachelor students)”, ▪ explain basic concepts and methods in the field of business start-ups and identify decision-relevant milestones in various sub-areas such as “idea development”, “project management”, “marketing” and “finance”, which are essential in the course of setting up a business. ▪ present economic contexts and conditions under which entrepreneurial decisions are made. ▪ develop a business plan based on the basic knowledge required for setting up a business, which structures the business idea they have developed and illustrates it conceptually for a specific target group. ▪ assess their decisions, actions and experiences made in the playful environment of the competition on the basis

	of scientific concepts and theories. ▪ analyse the potential of their own business idea on the basis of various dimensions. Students use tools to analyse the competition or the problem addressed by the business idea, among other things. Based on their findings, students then develop the value proposition of their own business idea. ▪ develop entrepreneurial thinking and behaviour in the course of the practical experience of setting up a business, for which initiative, decisiveness, teamwork, creativity and independence are of central importance.
Inhalt Course content	Spielen Sie mit dem Gedanken, ein Unternehmen zu gründen? Wollen Sie ausprobieren, ob Ihre Idee am Markt ankommt? Dann nehmen Sie am „5-Euro-Business“-Wettbewerb teil! Interessierte Studierende können sowohl mit als auch ohne Team und Idee teilnehmen. Sie entwickeln während des Wettbewerbs gemeinsam mit Ihrem Team eine Idee und setzen diese um. In Intensivkursen werden Sie von Coaches aus der Praxis begleitet (z.B. Ideenentwicklung, Teambildung, Marketing, Schutz, Projektmanagement). Ein(e) Pate/Patin aus der Wirtschaft steht Ihnen zur Seite und unterstützt Sie durchgehend bei der Umsetzung Ihrer Idee. Bei der Abschlussveranstaltung können Preise im Gesamtwert von über 1.500 Euro gewonnen werden. Wir freuen uns über Teilnehmende aller Fakultäten! Nach erfolgreichem Abschluss des Wettbewerbs erhalten Sie bei Abgabe einer zusätzlichen, kurzen Seminararbeit nach dem Wettbewerb 5 ECTS (vom Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Organisation, Technologiemanagement und Entrepreneurship). Weitere Informationen: www.5-euro-business.de — Are you toying with the idea of setting up a company? Do you want to try out whether your idea will be successful on the market? Then take part in the “5-Euro-Business” competition! Interested students can take part with or without a team and idea. During the competition, you will develop an idea together with your team and realise it. You will be supported by coaches from the field in intensive courses (e.g. idea development, team building, marketing, protection, project management). A mentor from the business world will be at your side and support you throughout the realisation of your idea. Prizes totalling over 1,500 euros can be won at the final event. We welcome participants from all faculties! After successfully completing the competition, you will recei-

	ve 5 ECTS (from the Chair of Business Administration with a focus on Organisation, Technology Management and Entrepreneurship) if you submit an additional, short seminar paper after the competition. Further information: www.5-euro-business.de
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Teilnahme an der Auftaktveranstaltung in den ersten Wochen des Semesters. Die Auswahl der Teilnehmenden, falls nötig, findet im Anschluss an die Anmeldung bei der Auftaktveranstaltung statt. (Bei den letzten Wettbewerben konnte allen Angemeldeten die Teilnahme ermöglicht werden). Zusätzlich zur Teilnahme am Wettbewerb: Abgabe einer kurzen Seminararbeit (100%). Participation in the kick-off event in the first weeks of the semester is mandatory. The selection of participants, if necessary, takes place after registration at the kick-off event. (In the last competitions, all those who registered were able to take part). In addition to participation in the competition: submission of a short seminar paper (100%).
Medienformen Media used	Interaktiver Frontalunterricht. Problemorientiertes Lernen (POL), angeleitet durch die Dozierenden und Wirtschaftspaten und -patinnen aus der betrieblichen Praxis. Interactive frontal teaching. Problem-orientated learning (POL), guided by the lecturers and business mentors from business practice
Literatur Reading list	

32766	Entrepreneurship Development Programme	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Winter-/Sommersemester Every winter/ summer semester	
Moduldauer Module duration	2 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Barmeyer, Bleyer, Bort, Granitzer, Häussler, Mayr, Schumann, Totzek, von Lewinski, Diekmann	
Dozent(in) Lecturer	Barmeyer, Bleyer, Bort, Granitzer, Häussler, Mayr, Schumann, Totzek, von Lewinski, Diekmann	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Entrepreneurship" (Ent)	
Lehrform/SWS Contact hours	8	
Arbeitsaufwand Workload	120 Std. Unterricht, 180 Std. Selbststudium & Teamarbeit. 120 hrs. class instruction, 180 hrs. self-study & teamwork.	
ECTS Credits	10	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Erfolgreiche Bewerbung und Teilnahme an „Focus Days" (Hinweis: Die Auswahl der Teilnehmer erfolgt gegebenenfalls nach der Bewerbung auf den so genannten „Focus Days"). Successful application and participation at „Focus Days" (Note: The selection of participants, if necessary, will take place after application at the so-called „Focus Days".)	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Erste (Geschäfts-)Idee und ein Team von mindestens zwei Mitgliedern. Initial (business) idea, and at least a team of two members.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die erfolgreich an dem Modul „Entrepreneurship Development Programme" teilgenommen haben, ▪ erläutern Start-up-Konzepte und -Methoden und identifizieren entscheidungsrelevante Meilensteine in verschiedenen Teilbereichen wie „kundenzentrierte Ideenent-	

wicklung“, „Business Modelling“, „Prototyping“, „Testing“ und „Stakeholder Management“.
- analysieren das Potenzial von Zielmärkten, Prototypen oder Geschäftsideen mit qualitativen (und ggf. quantitativen) Kunden- und Marktforschungsinstrumenten.
- wenden etablierte Instrumente und Konzepte zur Formulierung und Quantifizierung eines überzeugenden Wertversprechens unter Berücksichtigung nachhaltiger (ökologischer und sozialer) und interkultureller Auswirkungen an.
- reflektieren ihre unternehmerischen Entscheidungen, Handlungen und Erfahrungen auf der Grundlage wissenschaftlicher Konzepte und Theorien kritisch.
- präsentieren ein Pitch Deck und erstellen einen Geschäftsplan, die die Geschäftsidee und den Prototyp für potenzielle Interessenten (z. B. Partner, Mitarbeiter oder Investoren) überzeugend strukturieren.
- entwickeln unternehmerisches Denken und Handeln, wofür Eigeninitiative, Entscheidungsfreude, Teamarbeit, Kommunikationsfähigkeit und Kreativität von zentraler Bedeutung sind.

Students who have successfully participated in the module Entrepreneurship Development Programme,
- explain concepts and methods in the start-up field and identify decision-relevant milestones in various sub-areas such as “customer-centric idea development”, “business modelling”, “prototyping”, “testing”, and “stakeholder management”.
- analyse the potential of target markets, prototypes or business ideas with qualitative (and, if necessary, quantitative) customer and market research tools.
- apply established entrepreneurial tools and concepts to formulate and quantify a compelling value proposition while taking sustainable (ecological and social), and intercultural effects into consideration.
- critically reflect their entrepreneurial decisions, actions and experiences based on scientific concepts and theories.
- set up and present a pitch deck and business plan, which compellingly structures the business idea and prototype for potential stakeholders (e.g., partners, employees, or investors).
- develop entrepreneurial thinking and action during the practical experience of setting up a business, for which self-initiative, decisiveness, teamwork, communication

	skills, and creativity are of central importance.
Inhalt Course content	Das Entrepreneurship Development Programme ist ein intensives, interdisziplinäres Programm zur Entwicklung und Validierung einer Geschäftsidee und eines Prototyps mit Schwerpunkt auf Digitalisierung, Interkulturalität oder Nachhaltigkeit. In Anlehnung an die Lean-Start-up-Methode ist das Programm in zwei intensive Phasen gegliedert, die sich auf die Wertschaffung (value creation) und Wertschöpfung (value capture) konzentrieren, um den individuellen Bedürfnissen der studentischen Start-up-Teams (oder studentischen Unternehmer) gerecht zu werden. In jeder Intensivphase werden die (Geschäfts-)Idee und der/die Prototyp(en) in verschiedenen Workshops und individuellen Coaching-Sitzungen verfeinert. Auf (digitale) Technologie, Wirtschaft, Nachhaltigkeit, Interkulturalität und Recht spezialisierte Dozenten unterstützen die Teams bei der Entwicklung und Validierung des Geschäftsmodells und des Prototyps/der Prototypen. Am Ende des Programms werden alle erarbeiteten Inhalte in einen Geschäftsplan und ein Pitch Deck münden, die bei der abschließenden Pitch-Veranstaltung präsentiert werden und den Ausgangspunkt für die nächsten Schritte als Unternehmer bilden können. Die folgenden Inhalte werden behandelt: ▪ Kunden- und Marktforschung ▪ Entwicklung eines Wertversprechens mit Wettbewerbs- und Stakeholder-Analysen ▪ Geschäftsmodellierung, einschließlich Finanzplanung sowie nachhaltige (ökologische und soziale) Auswirkungen ▪ Formulierung von Marketingstrategien (einschließlich Marketing-Mix) und interkulturelle Aspekte ▪ (Digitales) Prototyping und Testen auf der Grundlage psychologischer Theorien und Konzepte ▪ Rechtliches Konzept und Bewertung der Interessengruppen — The Entrepreneurship Development Programme is an intense, interdisciplinary programme to develop and validate a business idea and prototype with a focus on digitalisation, interculturality or sustainability. Following the Lean Start-up method, the programme is structured in two intense phases focusing on value creation and value capture to meet the individual needs of student start-up teams (or student entrepreneurs). Within each intense phase, the (business) idea and prototype(s) will be refined in various workshops and individual coaching sessions. Faculty specialised in (digital) technology, business, sustainability, interculturality, and law support the teams in de-

	veloping and validating their business model and prototype(s). At the end of the programme, all developed content results in a business plan and pitch deck presented at the final pitch event which can be the starting point for the next steps as an entrepreneur. The following contents will be covered: ▪ Customer and market research ▪ Value proposition design along with competition and stakeholder analyses ▪ Business modelling, incl. financial planning as well as sustainable (ecological and social) impact ▪ Marketing strategy (incl. marketing mix) formulation and intercultural aspects ▪ (Digital) prototyping and testing based on psychological theories and concepts ▪ Legal idea and stakeholder assessment
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio-Prüfung: Project Submissions (inkl. 40% Businessreport, 20% Participation, 40% Checkpoint & final pitch) Portfolio examination: Project Submissions (incl. 40% Businessreport, 20% Participation, 40% Checkpoint & final pitch)
Medienformen Media used	-Projektbasiertes Lernen in Kombination mit einem iterativen Ideenentwicklungsprozess nach dem Vorbild der Lean-Start-up-Methode. -Seminar- und Workshop-Sitzungen mit interaktivem Frontalunterricht, ergänzt durch Praxis-Impulsvorträge und Einzelcoaching mit team- und ideenspezifischer Begleitung. -Arbeit im Selbststudium in Teams an der jeweiligen Idee, begleitet von individuellen Coaching- und Mentoring-Sitzungen mit ideen- und teamspezifischer Anleitung und themenspezifischen Aufgabenstellungen. -Präsentation und Diskussion der Lösungen in der Klasse (Peer-to-Peer-Feedback). – -Project-based learning in combination with an iterative idea development process inspired by the Lean Start-up method. -Seminar and workshop sessions with interactive frontal teaching supplemented by practitioner impulse talks, and individual coaching with team- and idea-specific guidance. -Self-study work in teams on their respective idea accompanied by individual coaching and mentoring sessions providing idea- and team-specific guidance and topic-specific assignments. -In-class presentation and discussion of solutions (peer-to-peer feedback).

Literatur Reading list	Literatur und Begleitmaterial werden in den Workshops und Coachings individuell bekannt gegeben. Literature & supporting material will be announced individually in the workshops & coaching sessions

33660	Entrepreneurial Marketing	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Totzek	
Dozent(in) Lecturer	Totzek	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Entrepreneurship" (Ent)	
Lehrform/SWS Contact hours	2	
Arbeitsaufwand Workload	30 Stunden Anwesenheit & 120 Stunden Selbststudium 30 hours attendance & 120 hours own study	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations		
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Der vorherige Besuch des Moduls „Marketing" wird empfohlen. Prior attendance of the "Marketing" module is recommended.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die am Modul „Entrepreneurial Marketing" teilgenommen haben ▪ beschreiben die Herausforderungen des Marketings in Start-Ups und in einem Gründungsumfeld. ▪ wenden wichtige Marketing- und Vertriebskonzepte in einem Start-Up-Kontext and. ▪ verstehen die Herausforderungen des Experimentierens,	

	die Entwicklung der Kundennachfrage und die notwendigen Ressourcen und Fähigkeiten. ▪ können Marketing- und Vertriebskonzepte von jungen Unternehmen evaluieren. ▪ entwickeln, bewerten und kommunizieren Marketing- und Vertriebskonzepte für Innovationen oder junge Unternehmen. Students who have participated in the module of "Entrepreneurial Marketing" ▪ describe the challenges of marketing in start-ups and entrepreneurial businesses. ▪ apply key marketing and sales concepts in an entrepreneurial context. ▪ understand the challenges of experimentation, developing customer demand, and the relevant capabilities in an entrepreneurial context. ▪ evaluate the appropriateness and soundness of entrepreneurial ventures' marketing and sales approaches. ▪ develop, evaluate, and communicate marketing and sales plans for innovations or new ventures.
Inhalt Course content	▪ Marketing zur Unterstützung von Unternehmensgründungen ▪ Identifizierung einer Anwendung und eines Marktes ▪ Detaillierung des Marktes: Segmentierung und Positionierung ▪ Verständnis und Bearbeitung von Lead-Kunden ▪ Wichtige Wettbewerbs- und Marktüberlegungen ▪ Marktforschung in einem Gründungskontext ▪ Der Prozess der Kundenentwicklung ▪ Entwicklung eines Marketing- und Vertriebskonzepts ▪ Die Rolle des Vertriebs bei der Kundenentwicklung ▪ Entwicklung der Marketing- und Vertriebsfähigkeiten in einem jungen Unternehmen — ▪ Using marketing to create a new business with radically new ideas ▪ Identifying an application and market ▪ Detailing the market: segmentation and positioning to maximize the value of the product application ▪ Adoption, diffusion, and understanding lead customers ▪ Important competitive and market considerations ▪ Market research in an entrepreneurial context ▪ The customer development process

	▪ Developing a marketing and sales program ▪ The role of sales in customer development ▪ Developing the new firm's marketing and sales capabilities
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio (50% Präsentation, 50% schriftliche Klausur) Portfolio (50% case presentation, 50% written exam)
Medienformen Media used	Vorlesung mit Seminarcharakter Interactive teaching with in-class presentations and discussions
Literatur Reading list	Longenecker, J. G., Petty, J. W., Palic, L. E., Hoy, F. (2023), Small business management: Launching & Growing Entrepreneurial Ventures, 20th edition, Cengage Learning. Nijssen, E. J. (2022), Entrepreneurial Marketing: How to Develop Customer Demand, 3rd edition, Routledge. A list with mandatory readings will be provided at the beginning of the course.

34700	Marketing Research	PN 212404
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes SommerSemester Every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Schumann	
Dozent(in) Lecturer	Schumann	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Entrepreneurship" (Ent)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	30 + 30 Std. Präsenz, 45 + 45 Std. Eigenarbeitszeit 30 + 30 hrs presence, 45 + 45 hrs self-study	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundkenntnisse in Marketing, linearer Algebra und Differentialrechnung sind hilfreich. Basic knowledge of marketing, linear algebra and differential calculus is helpful.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die erfolgreich an dem Modul „Marketing Research" teilgenommen haben... ▪ erklären die Art und den Umfang der Marketingforschung. ▪ zeigen die Rahmenbedingungen für die Durchführung von Marketingforschung auf.	

	▪ beschreiben und klassifizieren verschiedene Forschungsdesigns und erklären die Unterschiede zwischen ihnen. ▪ identifizieren und leiten die Konzepte der Messung, Skalierung und Stichprobe ab. ▪ erläutern und führen verschiedene Methoden der Datenanalyse durch und interpretieren die Erkenntnisse, die aus einer solchen Analyse gewonnen werden können. Students who have successfully participated in the module „Marketing Research"... ▪ explain the nature and scope of marketing research. ▪ illustrate a framework for conducting marketing research. ▪ describe and classify various research designs and explain the differences between them. ▪ identify and deduce the concepts of measurement, scaling and sampling. ▪ illustrate and perform different methods of data analysis and interpret the insights that can be obtained from such analysis.
Inhalt Course content	▪ Einführung in die Marketingforschung ▪ Formulierung von Forschungsdesigns ▪ Messung, Skalierung und Stichprobenziehung ▪ Uni- und bivariate Analysemethoden ▪ Multivariate Analysemethoden — ▪ Introduction to marketing research ▪ Research design formulation ▪ Measurement, scaling and sampling ▪ Uni- and bivariate methods of analysis ▪ Multivariate methods of analysis
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (60 Min) Written exam (60 min)
Medienformen Media used	Interaktive Vorlesung. Übungen über Tutorium. Interactive lecture. Exercises via tutorial.
Literatur Reading list	Malhotra, Naresh K. (2010), Marketing Research: An Applied Orientation. Boston: Pearson. Field, Andy P. (2009), Discovering statistics Using SPSS. Los Angeles: Sage.

34948	Data and Decisions	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Goerigk	
Dozent(in) Lecturer	Goerigk	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Business Analytics" (BuAn)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60h Präsenz, 90h selbständige Arbeit 60h presence, 90h self-study & exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage ▪ datenintensive Entscheidungsfindungsprobleme durch die Wahl einer geeigneten Methode zu lösen, ▪ Optimierungs- und Data-Science-Modelle in Python zu implementieren und ▪ Fallstricke bei der Nutzung von Daten für Entscheidungen zu erkennen und zu umgehen. Upon completion of the module, students are able to	

	▪ solve data-rich decision making problems by choosing an appropriate method, ▪ implement optimization and data science models in Python, and ▪ identify and circumvent pitfalls when using data for decisions.
Inhalt Course content	Entscheidungsfindungsmodelle benötigen Daten, um in die Praxis umgesetzt werden zu können. Während wir die Sammlung und Aufbereitung von Daten und den anschließenden Entscheidungsschritt getrennt betrachten können, betrachten moderne Ansätze eine integrierte Prozesspipeline. Wir lernen die Grundlagen solcher Methoden kennen und wenden sie mit einfachem Python-Code an. Folgende Data Science- und Optimierungsmethoden werden besprochen: ▪ lineare und ganzzahlige Programmierung ▪ Vorverarbeitung von Daten ▪ Kontextuelle Optimierung ▪ Optimierung von Entscheidungsregeln ▪ präskriptive Optimierung mit stochastischer und robuster Optimierung ▪ Integriertes Lernen und Optimierung, insbesondere smart predict-then-optimize ▪ Präferenzlernen für UTA ▪ Überwachtes Lernen ▪ Grundlagen der Programmierung in Python und die Verwendung von Solvern der gemischt-ganzzahligen Programmierung — Decision-making models need data to be put into practice. While we may consider the collection and preparation of data and the subsequent decision-making step in separation, modern approaches consider an integrated process pipeline. We get to know the basics of such methods and apply them with simple Python code. The following data science and optimization methods will be discussed: ▪ linear and integer programming ▪ data preprocessing ▪ contextual optimization ▪ decision rule optimization ▪ prescriptive optimization with stochastic and robust optimization ▪ integrated learning and optimization, in particular smart predict-then-optimize ▪ preference learning for UTA ▪ supervised learning

	▪ basics of programming in Python and the use of mixed-integer programming solvers
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio Portfolio
Medienformen Media used	Interactive lectures, group work in tutorial classes, programming sessions, and online forums and discussions.
Literatur Reading list	Sadana, Utsav, et al. "A survey of contextual optimization methods for decision-making under uncertainty." European Journal of Operational Research, Volume 320, Issue 2, 16 January 2025, Pages 271-289.

34962	Fundamentals of Management Science II	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Summersemester Every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Goerigk	
Dozent(in) Lecturer	Goerigk	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Business Analytics" (BuAn)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60h Präsenz, 90h selbständige Arbeit 60h presence, 90h self-study & exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Modul "Fundamentals of Management Science" Module "Fundamentals of Management Science"	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlagenwissen der linearen Algebra Mathematical maturity and the ability to write down precise and rigorous arguments. Basic knowledge of linear algebra.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage ▪ fortgeschrittene Modellierungs- und Lösungstechniken auf Entscheidungsprobleme anzuwenden, ▪ fortgeschrittene Versionen ausgewählter exakter Lösungsalgorithmen anzuwenden, ▪ zwischen verschiedenen Arten von Lösungsmethoden zu unterscheiden und auf der Grundlage eines theoretischen	

	Verständnisses die am besten geeignete Methode für ein Problem zu finden, ▪ Optimierungsprobleme in besser handhabbare Typen umzuformulieren, ▪ auf der Grundlage eines vertieften strukturellen Verständnisses ihrer Bestandteile zwischen schwierigen und einfachen Problemen zu unterscheiden Upon completion of the module, students are able to ▪ apply advanced modeling and solution techniques to decision-making problems ▪ apply advanced versions of selected exact solution algorithms ▪ discriminate between types of solution methods, find the best-performing method for a problem based on a theoretical understanding ▪ reformulate optimization problems into better tractable types ▪ differentiate between hard and easy problems based on a deepened structural insight into their constitutent parts
Inhalt Course content	Wir erweitern die Untersuchung von Entscheidungssituationen durch ihre mathematische Darstellung als Optimierungsprobleme. Die Themen umfassen: ▪ fortgeschrittene Methoden der linearen Programmierung, Interne-Punkt-Methoden, die Ellipsoid-Methode ▪ Theorie von Polyedern und Kegeln ▪ Farkas'sches Lemma ▪ Methoden der Variableneliminierung, wie die Fourier-Motzkin-Eliminierung ▪ Schnittebenenverfahren für ganzzahlige Programme, wie z.B. Gomory-Schnittebenen ▪ Grundlagen der konvexen Optimierung ▪ Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen ▪ Totale duale Integralität — We extend the study of decision-making situations through their mathematical representation as optimization problems. Topics include: ▪ advanced methods of linear programming, interior-point methods, the ellipsoid method ▪ theory of polyhedra and cones ▪ Farkas' lemma ▪ variable elimination methods, such as Fourier-Motzkin elimination ▪ cutting methods for integer programs, such as Gomory cuts

	▪ basics of convex optimization ▪ Karush–Kuhn–Tucker conditions ▪ Total dual integrality
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Mündliche Prüfung (Dauer 45 Minuten), ODER schriftliche Prüfung (90 Minuten). Die Art der Prüfung wird innerhalb der ersten zwei Wochen des Unterrichts bekannt gegeben. Oral exam (duration 45 minutes), OR written exam (90 minutes). The type of exam will be communicated within the first two weeks of teaching.
Medienformen Media used	Interaktive Vorlesungen, Gruppenarbeit in Tutorien, Online-Foren und Diskussionen, Probeklausur und deren Diskussion und Blended Learning. Interactive lectures, group work in tutorial classes, online forums and discussions, take-home mock exam and its discussion, and blended learning.
Literatur Reading list	Related literature includes: Bertsimas, Dimitris, and John N. Tsitsiklis. Introduction to linear optimization. Vol. 6. Belmont, MA: Athena scientific, 1997 Boyd, Stephen P., and Lieven Vandenberghe. Convex optimization. Cambridge university press, 2004. Wolsey, Laurence A., and George L. Nemhauser. Integer and combinatorial optimization. Vol. 55. John Wiley & Sons, 1999.

34965	Supply Chain & Operations Management	PN 210961
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Goerigk	
Dozent(in) Lecturer	Goerigk	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Business Analytics” (BuAn)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz, 90 Std. Eigenarbeitszeit 60 hrs presence, 90 hrs independent study & exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	mathematische Grundkenntnisse und Fertigkeiten Basic mathematical knowledge is expected	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematics	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage: ▪ Planungsebenen in der Produktion benennen und samt Ziele und Herausforderungen erklären, ▪ typische Planungsprobleme im Produktion- und Supply Chain Management erklären, ▪ wichtige relevante Konzepte (wie Bullwhip-Effekt) erkennen, erläutern und die Ursachen dafür verstehen,	

	▪ einfache Problemstellungen durch Anwendung betriebswirtschaftlicher Verfahren (inkl. Heuristiken und exakte Verfahren) selbständig lösen, ▪ Basisoptimierungsmodelle (graphentheoretische, LP und MIP) erläutern und Pseudocode von grundlegenden Algorithmen lesen, ▪ Simulationen in Excel durchführen, ▪ grundlegende theoretische Begriffe der quantitativen Planung (wie Lokale Suchverfahren, Konstruktionsheuristiken, Begriffe der Graphentheorie, Begriffe der Warteschlangentheorie) erläutern. Upon completion of the module, students are able to: ▪ identify planning levels in production and explain their goals and challenges, ▪ explain typical planning problems in production and supply chain management, ▪ recognize, describe, and understand the causes of important relevant concepts (such as the bullwhip effect), ▪ independently solve simple problems by applying business administration methods (including heuristics and exact methods), ▪ explain basic optimization models (graph-theoretical, LP, and MIP) and read pseudocode of fundamental algorithms, ▪ perform simulations in Excel, ▪ explain basic theoretical concepts of quantitative planning (such as local search methods, construction heuristics, graph theory terms, and queuing theory terms).
Inhalt Course content	Die Vorlesung gibt eine Einführung in Supply Chain Management, Standortplanung, Layoutplanung, Konfigurierung von Produktionssystemen sowie in operative Produktionsplanung und –steuerung. Die Studierenden lernen durch die Modellierung von Planungsproblemen, die Grundstruktur in jeder spezifischen Planungssituation zu erkennen und einen passenden grundlegenden Lösungsansatz auszuwählen und anzuwenden. Die gewonnenen Kenntnisse werden durch zahlreiche Fallbeispiele gefestigt. — The lecture provides an introduction to supply chain management, location planning, layout planning, configuration of production systems, as well as operational production planning and control. Students learn to recognize the basic structure of planning situations specific to the B.Sc. Business Administration and Economics module catalog by modeling planning problems, and to select and apply an appropriate basic solution approach. The knowledge gained is reinforced through

	numerous case studies.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur 100% oder Klausur 90% + 10% durch fakultative semesterbegleitende Leistung (unter Vorbehalt) Exam 100% or Exam 90% + in-term assessment 10%
Medienformen Media used	Frontalunterricht in der Vorlesung, Bearbeitung von Übungsaufgaben in der Übung
Literatur Reading list	Thonemann, U.: Operations Management, Pearson Studium, 1. Auflage München 2005 oder 2. Auflage München 2010.

35555	Einführung in die Ökonometrie Introduction to Econometrics	PN 212109
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Haupt	
Dozent(in) Lecturer	Haupt	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Business Analytics" (BuAn)	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 + 30 Std. Präsenz, 30 + 45 Std. Eigenarbeitszeit 45 + 30 hrs presence, 30 + 45 hrs self study	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Inhalte der Veranstaltungen (a) Mathematik für Wirtschaftswissenschaften und (b) Statistik für Wirtschaftswissenschaften (Teil 1 und 2) werden vorausgesetzt, insbesondere Teil 2 von (b).) Contents of the courses Mathematics for Economics and Statistics for Economics (Parts 1 & 2) are a prerequisite, especially part 2 of (b).	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die an dem Modul „Einführung in die Ökonometrie" erfolgreich teilgenommen haben,	

	▪ können einen systematischen Überblick über die Grundprinzipien der Ökonometrie skizzieren. ▪ verstehen die deskriptive und schließende Regressionsanalyse und deren grundlegende Interpretationen, ▪ sind in der Lage, die erworbenen Methoden und Prinzipien in datenbasierten Problemstellungen anzuwenden. ▪ können einfache ökonometrische Analysen durchführen und sind mit den zu Grunde liegenden mathematischen Annahmen und den entsprechenden statistischen Eigenschaften wichtiger regressionsbasierter Test- und Schätzverfahren vertraut. ▪ sind in der Lage, empirische Ergebnisse kritisch zu bewerten, Aussagen zu falsifizieren und, dabei die zu Grunde liegende Unsicherheit zu quantifizieren sowie fundierte einfache Modelle zu entwickeln und zu interpretieren. Students who have successfully completed the module 'Introduction to Econometrics', ▪ can outline a systematic overview of the basic principles of econometrics. ▪ understand descriptive and inferential regression analysis and their basic interpretations. ▪ can apply the acquired methods and principles of regression-based estimation and hypothesis testing to data-based problems. ▪ are able to carry out simple econometric analyses and are familiar with the underlying mathematical assumptions and the corresponding statistical properties of important regression-based test and estimation methods. ▪ are able to critically evaluate empirical results, falsify statements, quantify the underlying uncertainty and develop and interpret well-founded simple models
Inhalt Course content	Das Modul gibt eine Einführung in die Regressionsanalyse, mit der sich datenbasiert ökonomische Zusammenhänge explorieren, modellbasiert quantifizieren und korrespondierende Hypothesen testen lassen. Regressionsanalytische Werkzeuge werden in den Kontext der bereits erlernten statistischen Theorie eingebettet und mit Beispielen interpretiert und illustriert. Alle Schritte einfacher empirisch-ökonometrischer Analysen werden durchgeführt und Möglichkeiten und Grenzen ihrer Interpretation im Lichte der zu Grunde liegenden Unsicherheit diskutiert. — The module provides an introduction to regression analysis, which can be used to explore data-based economic relationships, quantify them on the basis of models and test corresponding hypotheses. Regression analysis tools are embedded

	in the context of the statistical theory already learnt and interpreted and illustrated with examples. All steps of simple empirical econometric analyses are carried out and the possibilities and limits of their interpretation are discussed in the light of the underlying uncertainty.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Schriftliche Prüfung oder häusliche Leistungsfeststellung am Ende des Semesters (60 Minuten) oder mündliche (Online-)Prüfung, 100 % Written exam or performance assessment at home at the end of the semester (60 minutes) or oral (online) examination.
Medienformen Media used	Interaktiver Frontalunterricht und Diskussion von Lehrinhalten. Vermittlung der theoretischen Grundlagen und Illustration anhand von Beispielen in der Vorlesung und Übung. Wöchentliche (barrierefreie) Vorlesungs- und Übungsmaterialien sowie Pflichtliteratur. Interactive frontal teaching and discussion of teaching content. Teaching of theoretical principles and illustration using examples in lectures and exercises. Weekly (accessible) lecture and exercise materials as well as compulsory literature.
Literatur Reading list	

35560	Einführung in die Zeitreihenanalyse Introduction to Time Series Analysis	PN 212107
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every summer semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Haupt	
Dozent(in) Lecturer	Haupt	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Business Analytics" (BuAn)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	30 + 30 Std. Präsenz, 45 + 45 Std. Eigenarbeitszeit 30 + 30 hrs presence, 45 + 45 hrs self study	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Inhalte der Veranstaltungen Mathematik für Wirtschaftswissenschaften und Statistik für Wirtschaftswissenschaften (Teil 1 und 2) werden vorausgesetzt. Contents of the courses Mathematics for Economics and Statistics for Economics (Parts 1 & 2) are a prerequisite.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die erfolgreich an dem Modul teilgenommen haben, ▪ können einen systematischen Überblick über grundlegende Methoden der statistischen Modellierung und em-	

	pirischen Analyse von Zeitreihendaten skizzieren. ▪ verstehen die deskriptive Analyse der Datenstruktur und die zu Grunde liegenden stochastischen Prozesse. ▪ sind in der Lage, die behandelten empirischen Methoden in datenbasierten Problemstellungen anzuwenden. ▪ können einfache Zeitreihenanalysen wie Trend- und Saisonbereinigung, diagnostische Tests und Prognosen durchführen und sind mit den zu Grunde liegenden mathematischen Annahmen und Interpretation vertraut. ▪ sind in der Lage, empirische Ergebnisse kritisch zu bewerten, Aussagen zu falsifizieren und dabei die zu Grunde liegende Unsicherheit mit geeigneten Maßen zu quantifizieren sowie fundierte einfache Modelle zu entwickeln und zu interpretieren. Students who have successfully completed the module, ▪ are able to outline a systematic overview of basic methods of statistical modelling and empirical analysis of time series data. ▪ understand the descriptive analysis of the data structure and the underlying stochastic processes. ▪ are able to apply the empirical methods dealt with in data-based problems. ▪ Can carry out simple time series analyses such as trend and seasonal adjustment, diagnostic tests and forecasts and are familiar with the underlying mathematical assumptions and interpretation.
Inhalt Course content	Das Modul gibt eine Einführung in klassische Themen der Zeitreihenanalyse. Der erste Teil behandelt das Komponentenmodell und intuitive nicht- und semiparametrische Verfahren zur Trend- und Saisonanalyse sowie zur Prognose. Der zweite Teil behandelt stationäre und nichtstationäre stochastische Prozesse und führt in Theorie und Praxis von ARIMA-Modellen ein. Für alle erlernten Methoden werden geeignete moderne Validierungsinstrumente diskutiert. — The module provides an introduction to classical topics in time series analysis. The first part deals with the component model and intuitive non-parametric and semi-parametric methods for trend and seasonal analysis as well as forecasting. The second part deals with stationary and non-stationary stochastic processes and introduces the theory and practice of ARIMA models. Suitable statistical validation tools are discussed for all methods learned.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Schriftliche Prüfung am Ende des Semesters (60 Minuten) oder häusliche Leistungsfeststellung oder mündliche

	(Online-)Prüfung, 100% Written exam or performance assessment at home at the end of the semester (60 minutes) or oral (online) examination
Medienformen Media used	Interaktiver Frontalunterricht und Diskussion von Lehrinhalten. Vermittlung der theoretischen Grundlagen und Illustration anhand von Beispielen in der Vorlesung und Übung. Wöchentliche (barrierefreie) Vorlesungs- und Übungsmaterialien sowie Pflichtliteratur. Interactive frontal teaching and discussion of teaching content. Teaching of theoretical principles and illustration using examples in lectures and exercises. Weekly lecture and exercise materials as well as compulsory literature.
Literatur Reading list	

35620 Computergestützte Statistik – Einführung in R Computational Statistics – Introduction to R	PN 212119
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Schnurbus
Dozent(in) Lecturer	Schnurbus
Sprache Language of instruction	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Business Analytics" (BuAn)
Lehrform/SWS Contact hours	2V
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz als Computerübungen + 60 Std. Eigenarbeitszeit Computer lectures and exercises: 30 hrs. attendance and 60 hrs. self-study.
ECTS Credits	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlegende Kenntnisse in Statistik (beispielsweise erworben durch Statistik für Wirtschaftswissenschaften, Teil 1 & 2) Basic knowledge in statistics (e.g. acquired through Statistics for Economics, Part 1 & 2).
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Informatik, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die erfolgreich an dem Modul teilgenommen haben, ▪ sind in der Lage, die Statistiksoftware R zur Durchfüh-

	rung eigener statistischer Analysen und Modellschätzungen zu nutzen. ▪ verstehen die Grundlagen der Programmierung (Umgang mit Datensätzen, Objekten, Funktionen, Schleifen) ebenso wie die grundlegenden deskriptiven und induktiven statistischen Verfahren. ▪ sind in der Lage, eigene Funktionen, Auswertungen und Modellschätzungen zu kreieren und die produzierten Ergebnisse zu visualisieren und interpretieren. Students who have successfully completed the module, ▪ are able to use the statistical software R to carry out their own statistical analyses and model estimations. ▪ understand the basics of programming (handling data sets, objects, functions, loops) as well as the basic descriptive and inductive statistical methods. ▪ can create their own functions, evaluations, and model estimations and are able to visualize and interpret the results produced.
Inhalt Course content	Zentraler Gegenstand ist die Einführung in die Arbeit mit der Statistiksoftware R. Dies umfasst neben der Vermittlung von programmiertechnischen Grundlagen (Objekte, Funktionen, Schleifen, etc.) auch eine Einführung in die statistische Datenanalyse (Erstellen hilfreicher Tabellen und Graphiken, deskriptive Analysen, Modellschätzungen). — Central subject is the introduction to the work with the statistical software R. In addition to teaching the basics of programming (objects, functions, loops, etc.), the course also includes an introduction to statistical data analysis (creating helpful tables and graphs, descriptive analyses, model estimations).
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Abschluss-Klausur oder häusliche Leistungsfeststellung (60 Minuten) oder Portfolio 100%. Bei bestandener Prüfung werden die R-Grundlagenkenntnisse zusätzlich mittels eines Zertifikats bescheinigt. Exam or performance assessment at home (60 minutes) or portfolio, 100%. R-skills are confirmed by a certificate if the examination is passed.
Medienformen Media used	Interaktiver Frontalunterricht anhand von R-Codedateien. Übungsaufgaben, die selbstständig in R bearbeitet und danach gemeinsam besprochen werden. Eigenständiges Programmieren zur Vertiefung der Kenntnisse. Interactive frontal teaching and discussion of the (accessible) R-Codes (online). Exercises that are worked on independent-

	ly in R and then discussed together. Students are expected to deepen their knowledge by completing self-contained R-exercises.
Literatur Reading list	▪ Ligges, U. (2008), Programmieren mit R, Springer. ▪ Kleiber, C. & A. Zeileis (2008), Applied Econometrics with R, Springer. ▪ Field, A. & Miles, J. & Field, Z. (2012), Discovering Statistics using R, SAGE. ▪ Wooldridge, J. (2013), Introductory Econometrics, 5A., South Western.

39763	Fundamentals of Entrepreneurship	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Irregulär Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Bort	
Dozent(in) Lecturer	Bort	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Entrepreneurship" (Ent)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz, 90 Std. Eigenarbeitszeit 60 hrs presence, 90 hrs self-study	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundkenntnisse in Marketing, linearer Algebra und Differentialrechnung sind hilfreich. Basic knowledge of marketing, linear algebra and differential calculus is helpful.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende, die erfolgreich am Modul „Fundamentals of Entrepreneurship" teilgenommen haben, ▪ veranschaulichen grundlegende Konzepte und Theorien im Bereich des Unternehmertums. ▪ erläutern die verschiedenen Unternehmerrollen und Schlüsselfaktoren	

	für ein erfolgreiches Startup(-Umfeld). ▪ entwickeln und bewerten Geschäftsideen, (digitale) Prototypen, unternehmerische Strategien sowie Geschäftsmodelle unter Verwendung verschiedener Methoden. ▪ skizzieren die Phasen von Startups von der Gründung bis zum Exit. ▪ kennen die Besonderheiten des sozialen und nachhaltigen Unternehmertums. Students who have successfully participated the course "Fundamentals of Entrepreneurship", ▪ exemplify fundamental concepts and theories in the field of entrepreneurship. ▪ illustrate the different roles of an entrepreneur and the key factors of a successful start-up (environment). ▪ develop and evaluate business ideas, (digital) prototypes, entrepreneurial strategies and business models using various tools. ▪ outline the stages and life cycles of start-ups (i.e. from foundation to exit) ▪ explain the different types of entrepreneurship, such as corporate, intercultural, social and sustainable entrepreneurship.
Inhalt Course content	▪ Einführung in das Unternehmertum ▪ Geschäftsmöglichkeiten erkennen und entwickeln ▪ Die Rolle der Unternehmerin und des Unternehmers ▪ Digitales Prototyping ▪ Finanzierung von unternehmerischen Projekten ▪ Markteintritt, Wachstum und Exit ▪ Unternehmerische Teams und Führung ▪ Corporate Entrepreneurship ▪ Soziales und nachhaltiges Unternehmertum — ▪ Introduction to entrepreneurship ▪ Developing and recognizing business opportunities ▪ Becoming an entrepreneur ▪ Digital prototyping ▪ Financing entrepreneurial ventures ▪ Market entry, growth, and exit ▪ Entrepreneurial leadership ▪ Corporate entrepreneurship ▪ Social and sustainable entrepreneurship

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (60 Minuten; 100%). Written Exam (100%)
Medienformen Media used	Interaktive Lerneinheiten. Diskussion aktueller Literatur und Bearbeitung von Fallstudien zum Thema Unternehmertum. Einbindung von Gastvorträgen. Interactive teaching sessions. Discussion of readings and case studies linked to the topic of entrepreneurship. Guest lectures will be offered.
Literatur Reading list	Literatur wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben. Literature recommendations and mandatory readings will be announced at the beginning of the lecture.

39901	Financial Data Analytics	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kellner	
Dozent(in) Lecturer	Kellner	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group “Business Analytics” (BuAn)	
Lehrform/SWS Contact hours	4	
Arbeitsaufwand Workload	150 h (60 h Kontaktstudium / 90 h Selbststudium) 150 h (60 h contact studies / 90 h self-studies)	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Mathematik und Statistik; Vorteilhaft ist eine (zeitgleiche) Belegung des Kurses „Data Analysis and Digital Reporting with Python“ Mathematics and Statistics; It is advantageous to take the course "Data Analysis and Digital Reporting with Python” at the same time.	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Studierende verstehen die Funktionsweise der Datenmodellierung, sind in der Lage mit diesem Wissen neue Modelle zu erlernen und für den jeweiligen Sachverhalt geeignete Modelle auszuwählen. Praktisch relevante Aspekte bei der Analyse	

	finanzwirtschaftlicher Daten werden durch vielfältige Anwendungen, der im Kurs verwendeten Methoden, erlernt. Students understand how data modeling works, are able to use this knowledge to learn new models and select models that are appropriate for the situation at hand. Practically relevant aspects of financial data analysis are learned through diverse applications of the methods used in the course.
Inhalt Course content	▪ Grundlagen der Datenmodellierung ▪ Lineare, logistische und polynomiale Regression ▪ Hauptkomponentenanalyse ▪ Clustering ▪ Generalisierung statistischer Modelle ▪ Regularisierung ▪ Umgang mit Texten bei der Datenanalyse ▪ Analyse von Asset Returns ▪ Analyse binärer Zielvariablen ▪ Clustering von Unternehmen anhand unterschiedlicher Firmencharakteristika — ▪ Basics of data modeling ▪ Linear, logistic and polynomial regression ▪ Principal component analysis ▪ Clustering ▪ Generalization of statistical models ▪ Regularization ▪ Handling text in data analysis ▪ Analysis of asset returns ▪ Analysis of binary target variables ▪ Outlier identification ▪ Clustering of companies based on different company characteristics
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur Projektarbeit. Written exam Assignment.
Medienformen Media used	Interaktive Vorlesungen inkl. digitaler Unterlagen und Lehrvideos. Interaktive Übungseinheiten inkl. selbstständig erzeugter Datenanalysen. Interactive lectures incl. digital documents and teaching videos.

	Interactive exercise units incl. self-made data analyses.
Literatur Reading list	Introduction to Statistical Learning (2013) – James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. Springer. Statistics and Data Analysis for Financial Engineering (2015) – Ruppert, D., Matteson, D. S. Springer.

39905 Data Analysis and Digital Reporting with Python	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kellner
Dozent(in) Lecturer	Kellner
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Business Analytics" (BuAn)
Lehrform/SWS Contact hours	4
Arbeitsaufwand Workload	150 h (60 h Kontaktstudium / 90 h Selbststudium) 150 h (60 h contact studies / 90 h self-studies)
ECTS Credits	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe und für die Datenanalyse notwendigen Konzepte der Programmiersprache Python. Mit Kenntnissen über verschiedene Kanäle des Datenbezugs, können sie auf verschiedene Arten Finanzdaten automatisiert beziehen. Weiterhin lernen die Studierenden, wie sie mit Hilfe verschiedener Grafiktypen relevante und in den Daten enthaltene Informationen visualisieren. Zusammen mit deskriptiven Analysemethoden sind die Studierenden am En-

	de des Kurses in der Lage, Dashboards für digitale Reporting-zwecke zu generieren, welche in den wirtschaftlichen Entscheidungsprozess mit einbezogen werden können. Students learn the basic terms and concepts of the Python programming language necessary for data analysis. With knowledge of different channels of data retrieval, they can obtain financial data in different ways in an automated manner. Furthermore, students learn how to visualize relevant information contained in the data using different types of graphics. Along with descriptive analysis methods, by the end of the course, students will be able to generate dashboards for digital reporting purposes that can be incorporated into the business decision-making process.
Inhalt Course content	▪ Einführung in die Programmierung mit Python: Allgemeine Grundlagen: Python mit Jupyter Arbeiten mit Datensätzen: Pandas ▪ Beziehen von Finanzdaten über: Kommerzielle Anbieter APIs Web Scraping ▪ Visualisierung von Finanzdaten mit statischen und interaktiven Grafiken ▪ Deskriptive Analysen von Finanzdaten ▪ Interaktive digitale Reports mit Hilfe von Dashboards — ▪ Introduction to programming with Python: General basics: Python with Jupyter Working with data sets: Pandas ▪ Obtaining financial data through: Commercial providers APIs Web Scraping ▪ Visualizing financial data with static and interactive graphics ▪ Descriptive analysis of financial data ▪ Interactive digital reports using dashboards
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Projektarbeit. Assignment.
Medienformen Media used	Interaktive Vorlesungen inkl. digitaler Unterlagen. Interaktive Übungseinheiten inkl. selbstständig erzeugter Da-

	tenanalysen. Interactive lectures incl. digital documents. Interactive exercise units incl. self-made data analyses.
Literatur Reading list	Learn Python Programming (2018) – Romano, F., Packt Publishing Ltd. Web Scraping with Python (2018) - Ryan Mitchell, O'Reilly Media, Inc.

40120	Ethical Aspects of AI	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every winter semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Reinhardt	
Dozent(in) Lecturer	Reinhardt	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Responsible AI"	
Lehrform/SWS Contact hours	1V	
Arbeitsaufwand Workload	15 Std. Präsenz + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 15 contact hours + 75 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	3	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	keine none	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erhalten einen Überblick über relevante Themen, zentrale Debatten und Methoden in der KI-Ethik. Sie erkennen ihre eigene Verantwortung für die Gestaltung der Welt durch technische Artefakte. —	

	The students gain an overview of relevant issues, key debates, and methods in AI ethics. They recognize their own responsibility in shaping the world through technological artifacts. Fähigkeiten / Abilities Sie sind in der Lage, ethische Fragestellungen zu erkennen, zu analysieren und mit Hilfe ethischer Argumentation und Überlegungen zu bearbeiten. Sie können eine kritische Distanz zu ihrer eigenen persönlichen Einschätzung wahren und alternative Positionen zu einem gegebenen Problem berücksichtigen. — They are able to identify, analyze, and address ethical issues using ethical reasoning and arguments. They are able to maintain a critical distance from their own personal assessment and consider alternative positions on a given problem. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden verfügen über die Kompetenz, ethisch problematische Situationen im Kontext von KI zu erkennen, geeignete konzeptionelle und theoretische Ansätze zur Bearbeitung auszuwählen und diese Situationen aus verschiedenen Perspektiven zu analysieren. — The students possess the competence to identify ethically problematic situations in the context of AI, select appropriate conceptual and theoretical approaches to address them, and analyze these situations from multiple perspectives.
Inhalt Course content	In diesem Modul erhalten die Studierenden eine Einführung in die KI-Ethik und lernen ihre Methoden und Ansätze (z. B. Value-Sensitive-Design, Algorithmic Responsibility) kennen. Sie erwerben Wissen über zentrale Theorien und Begriffe in der KI-Ethik (z. B. Wohltätigkeit, Autonomie, Gerechtigkeit) und lernen, diese anhand konkreter Fallbeispiele anzuwenden. — In this module, students are introduced to AI ethics and become familiar with its methods and approaches (e.g. value sensitive design, algorithmic responsibility). They acquire knowledge of key concepts (e.g. beneficence, non-maleficence, autonomy, justice) in AI ethics and learn to apply them using concrete cases.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur Written Exam
Medienformen Media used	Presentation with a projector, blackboard

Literatur Reading list	Will be announced during the course.

41623	Computergestützter Sprachvergleich Computer-Assisted Language Comparison	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	List	
Dozent(in) Lecturer	List	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Natural Language Processing and Multilingual Computational Linguistics" (NLP)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 105 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	-	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	-	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis der klassischen und der computergestützten Methoden, mit deren Hilfe Sprachen historisch, typologisch und areal verglichen werden können.	

	— The students acquire a systematic understanding of the classical and computational methods that can be used to compare languages historically, typologically, and areally. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden besitzen die Fähigkeit die unterschiedlichen Verfahren zu identifizieren und automatische von manuellen Verfahren zu unterscheiden. Die Studierenden können diese Verfahren anhand konkreter, aufbereiteter Beispiele eigenständig anwenden und auf neue Daten übertragen — The students have the ability to identify the various methods and to distinguish manual from computational approaches. They can apply these methods to concrete, well-prepared examples and transfer them to new data. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden besitzen die Kompetenz für gegebene Problemstellungen geeignete Entwurfs- und Analysetechniken auszuwählen und sie zu nutzen, um eigene Sprachvergleichsanalysen zu planen und auf neue Daten anzuwenden. — The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for given problems. They can further apply them to make new analyses of new data.
Inhalt Course content	Menschliche Sprachen weisen eine beachtliche Diversität auf, die sich auf verschiedenste Ebenen von Sprache – wie Laute, Lexikon, oder Satzbau – erstreckt. Die Diversität ist jedoch nicht grenzenlos, sondern folgt bestimmten Mustern und Trends, die in der Vergleichenden Sprachwissenschaft systematisch untersucht werden. Der Vergleich von Sprachen bietet uns dabei nicht nur spannende Einblicke in die sprachliche Diversität, sondern erlaubt es uns auch, die Entwicklungsgeschichte von Sprachen zu rekonstruieren und Einblicke in die menschliche Kognition zu erlangen. Traditionell werden Sprachen manuell miteinander verglichen, indem verschiedene Aspekte in mühsamer Kleinarbeit von ausgebildeten Forschenden untersucht werden. Der Computergestützte Sprachvergleich hat zum Ziel, diese traditionellen Verfahren des Sprachvergleichs durch die Hinzunahme von Computertechniken zu unterstützen, um deren Effizienz und Zuverlässigkeit zu erhöhen. Die Techniken zum Computergestützten Sprachvergleich finden eine vielfältige Anwendung im wissenschaftlichen Bereich und geben uns neue Einblicke in deren historische, typologische und kognitive Aspekte. In dem Modul erhalten Studierende einen Überblick über verschiedene Verfahren, mit de-

	nen Sprachen computergestützt verglichen werden können. Sie lernen, wie Sprachen typologisch verglichen werden, wie man sprachen historisch vergleicht, wie sich Sprachkontakt computergestützt untersuchen lässt, und sie erfahren, wie sich diese Verfahren von den klassischen manuellen Verfahren unterscheiden. Darüber hinaus werden verschiedenste Probleme der neuen computergestützten Verfahren diskutiert und ihre Rolle im Kontext populärwissenschaftlicher Publikationen kritisch beleuchtet. — Human languages are very diverse. This diversity is reflected at various levels of language, including the sounds, the lexicon, or the structure of sentences. This diversity is, however, not limitless. It follows instead certain tendencies which are systematically investigated in the field of comparative linguistics. The comparison of languages not only offers us new insights into linguistic diversity, but also allows us to reconstruct the history of languages and gain insights into human cognition. Traditionally, this work has been done manually, with researchers looking at individual data points in painstaking labor. Computer-assisted language comparison aims to support this labor by providing computational solutions that assist researchers in their comparative work. The techniques for computer-assisted language comparison cover various aspects and give us new insights into historical, typological, and cognitive aspects of linguistic diversity. This module gives students an overview of various methods that can be used to compare languages using computers. Students will learn how languages are compared typologically, how one can compare them historically, and how language contact can be investigated with the help of computers. They will also learn to distinguish these methods from the classical, manual approaches.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder schriftliche Hausarbeit mit praktischem Bezug (10-15 Seiten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. 90-minute written or written term paper with practical relevance (10-15 pages); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty's website.
Medienformen Media used	Präsentation mit Whiteboard und Beamer. Presentation with a whiteboard and beamer.
Literatur Reading list	-

41624	Multilinguale Computerlinguistik Multilingual Computational Linguistics	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	List	
Dozent(in) Lecturer	List	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Natural Language Processing and Multilingual Computational Linguistics" (NLP)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 105 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses		
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis der verschiedenen Methoden, die in der Multilingualen Computerlinguistik angewendet werden. —	

	The students acquire a systematic understanding of the various methods that are applied in Multilingual Computational Linguistics. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden besitzen die Fähigkeit die unterschiedlichen Verfahren zu identifizieren und deren Vorteile und Schwachpunkte zu beurteilen. Die Studierenden können einzelne dieser Verfahren anhand zuvor aufbereiteter Beispiele eigenständig anwenden. — The students have the ability to identify the various methods and to identify their advantages and disadvantages. They can apply these methods to well-prepared examples. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden besitzen die Kompetenz für gegebene Problemstellungen der Multilingualen Computerlinguistik geeignete Entwurfs- und Analysetechniken auszuwählen und diese auf Teilprobleme anzuwenden. — The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for given problems in Multilingual Computational Linguistics. They can further apply them to particular problems.
Inhalt Course content	Die Multilinguale Computerlinguistik beschäftigt sich mit verschiedenen Bereichen der maschinellen Sprachverarbeitung, in denen nicht nur eine Sprache, sondern zugleich mehrere Sprachen im Mittelpunkt stehen. Während multilinguale Ansätze bisher vor allem im Bereich der automatischen Übersetzung verfolgt wurden, wurden insbesondere in den letzten Jahren in vielen Bereichen multilinguale Methoden, in denen Multilingualität oder eine sprachübergreifende Perspektive zentral sind. In dem Modul werden wir uns beispielhaft mit verschiedenen Bereichen der Multilingualen Computerlinguistik auseinandersetzen, um einen allgemeinen Überblick über das Fach zu erlangen. Dazu gehören neben klassischen Bereichen, wie der Phonologie, der Semantik, der Morphologie und der Syntax auch praktische Aspekte wie die Erstellung paralleler Korpora und die Erstellung sprachübergreifender Datenbanken. — Multilingual Computational Linguistics deals with various areas of Natural Language Processing in which not only one language, but multiple languages are in the center of interest. While multilingual approaches have so far been predominantly designed for automatic translation, multilingual approaches have been introduced in many new areas of computational linguistics in the past years in which a multilingual perspec-

	tive plays a crucial role. In the module, we will provide an exemplary overview on various topics that can be dealt with in Multilingual Computational Linguistics, in order to acquire some general insights into the discipline. Among these are not only classical research fields, such as phonology, semantics, morphology, and syntax, but also practical aspects, such as the compilation of parallel corpora and cross-linguistic databases.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder schriftliche Hausarbeit mit praktischem Bezug (10-15 Seiten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. 90-minute written or written term paper with practical relevance (10-15 pages); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty's website.
Medienformen Media used	Präsentation mit Whiteboard und Beamer. Presentation with a whiteboard and beamer.
Literatur Reading list	-

41625 Fortschritte in der Multilingualen Computerlinguistik Advances in Multilingual Computational Linguistics	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Every Summer Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hautli-Janisz, List
Dozent(in) Lecturer	Hautli-Janisz, List
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Natural Language Processing and Multilingual Computational Linguistics" (NLP)
Lehrform/SWS Contact hours	2V
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 60 hrs independent study and exam preparation
ECTS Credits	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis von Spezialgebieten der Multilingualen Computerlinguistik. — The students acquire a systematic understanding of special

	topics in Multilingual Computational Linguistics. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden besitzen die Fähigkeit Spezialthemen der Multilingualen Computerlinguistik in den Kontext des Fachs einzuordnen und grundlegende Verfahren, die in diesen Themen zur Anwendung kommen, kritisch einzuordnen. — The students have the ability to contextualize special topics of Multilingual Computational Linguistics and to critically identify advantages and disadvantages of the methods that are used in these particular fields. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden besitzen die Kompetenz für spezifische Problemstellungen einzelner Unterbereiche der Multilingualen Computerlinguistik geeignete Entwurfs- und Analysetechniken auszuwählen und diese auf Teilprobleme anzuwenden. — The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for given problems of particular subfields of Multilingual Computational Linguistics. They can further apply them to particular problems.
Inhalt Course content	Die Themen, die die Multilinguale Computerlinguistik abdeckt, sind so vielfältig, dass es kaum möglich ist, sie vollständig in einer Einführungsveranstaltung zu erschließen. Um den Studierenden die Möglichkeit geben, sich in Bezug auf die sprachübergreifende computerlinguistische Themen weiter zu spezialisieren, werden wir in diesem Modul einige aktuelle Themen vertieft behandeln, die in allgemeinen Veranstaltungen zu kurz kommen würden. Dazu gehören unter anderem Themen, wie die sprachübergreifende Semantik, sprachübergreifende Morphologie, multilinguale Sprachmodelle, oder auch die computergestützte Modellierung sprachlicher Evolution. — The topics that Multilingual Computational Linguistics deals with are so manifold that it is impossible to cover them all in one single introductory lecture. In order to enable students to gain deeper insights into special topics dealt with in Multilingual Computational Linguistics, this module will treat topics of actual interest in due detail, for which there would be no time in a purely introductory lecture. Among these, there are topics, such as cross-linguistic semantics, cross-linguistic morphology, multilingual language models, but also computer-assisted approaches to model language evolution.

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Schriftliches Portfolio mit praktischem Bezug (10-15 Seiten). Written portfolio with with practical relevance (10-15 pages).
Medienformen Media used	Präsentation mit Whiteboard und Beamer. Presentation with a whiteboard and beamer.
Literatur Reading list	-

48672	Medienrecht für Nebenfachstudierende Media Law for Non-Lawyers	PN 385061
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	von Lewinski	
Dozent(in) Lecturer	von Lewinski	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "Regulation of AI and Data" (RAI)	
Lehrform/SWS Contact hours	2V	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbereitung des Vorlesungsstoffes und Prüfungsvorbereitung	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Modules "Ethical Aspects of AI & Legal Aspects of AI"	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden verstehen den verfassungsrechtlichen Rahmen des geltenden Medienrechts und die Differenzierung nach verschiedenen Medienformen. Die Studierenden können die Rolle der Medien im gesellschaftlichen Diskurs und die damit verbundenen rechtliche Privilegierungen und Anforderungen einordnen und kritisch würdigen. Die Studierenden können	

	Fragen der medienrechtlichen Verantwortung rechtlich verorten und in Grundzügen eigenständig würdigen. Die Studierenden verstehen die historischen, soziologischen, politischen und ökonomischen Hintergründe des geltenden Medienrechts und können diese aktiv in eine Diskussion einbringen. — Students understand the constitutional framework of current media law and the differentiation between various forms of media. Students will be able to classify and critically assess the role of the media in social discourse and the associated legal privileges and requirements. Students will be able to legally locate questions of media law responsibility and independently assess the main features. Students understand the historical, sociological, political and economic background of current media law and can actively contribute this to a discussion.
Inhalt Course content	Die Veranstaltung vermittelt einen Überblick über das Medienrecht. Erörtert werden Grundzüge des Rundfunk- und Presserechts sowie Grundzüge des Rechts der sog. „Neuen Medien“ (“Digitale Dienste”). Neben den einfachrechtlichen Grundlagen des Medienrechts beleuchtet die Veranstaltung im Schwerpunkt die verfassungsrechtlichen Grundlagen dieses Rechtsgebiets. Aber auch das sog. private Medienrecht wird mit in den Blick genommen. — The course provides an overview of media law. The main features of broadcasting and press law as well as the main features of the law of the so-called “new media” (“digital services”) will be discussed. In addition to the basic principles of media law, the course will focus on the constitutional foundations of this area of law. However, the so-called private media law will also be examined.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur Written Exam
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	Wird vom Dozenten/ von der Dozentin bekannt gegeben.

90200	Deutsch als Fremdsprache German as a Foreign Language	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester **Hinweis:** Vorlesungsnummer wechselt je nach Semester und Level Every Semester **Notice:** Lecture number changes depending both on the semester & level	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt / Set by the Language Centre	
Dozent(in) Lecturer	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt / Set by the Language Centre	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Deutsch als Fremdsprache“ / Module Group “German as a Foreign Language”	
Lehrform/SWS Contact hours	4	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 90 Std. Vor- und Nachbearbeitung 60 hrs presence + 90 hrs preparation & follow-up	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	für A1: keine / ab A2: Einstufungstest oder Zertifikat for A1: none / from A2: placement test or certificate	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Keine None	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Sprachkenntnisse auf der entsprechenden Niveaustufe des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER) Language skills at the corresponding level of the Com-	

	mon European Framework of Reference for Languages (CEFR)
Inhalt Course content	Vermittlung und Training der Kompetenzen Hören, Lesen, Schreiben und Sprechen nach Vorgaben des GER für die entsprechende Niveaustufe mit besonderer Beachtung von Aspekten der Sprache im akademischen Kontext — Teaching and training of listening, reading, writing and speaking skills according to the CEFR guidelines for the corresponding level with special attention to aspects of language in an academic context
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur 90 Minuten Written examination (90 minutes)
Medienformen Media used	nach Vorgabe des oder der jeweiligen Dozierenden as specified by the instructor
Literatur Reading list	Lehrwerk nach Vorgabe des oder der jeweiligen Dozierenden / reading materials determinded by the instructor

9059X	Englisch als Fremdsprache English as a Foreign Language	PN xxxxxx
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester **Hinweis:** Vorlesungsnummer wechselt je nach Semester und Level Every Semester **Notice:** Lecture number changes depending both on the semester & level	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt / Set by the Language Centre	
Dozent(in) Lecturer	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt / Set by the Language Centre	
Sprache Language of instruction	Englisch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Englisch als Fremdsprache“ / Module Group “English as a Foreign Language”	
Lehrform/SWS Contact hours	4	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 90 Std. Vor- und Nachbearbeitung 60 hrs presence + 90 hrs preparation & follow-up	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	für A1: keine / ab A2: Einstufungstest oder Zertifikat for A1: none / from A2: placement test or certificate	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Keine None	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Sprachkenntnisse auf der entsprechenden Niveaustufe des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER) Language skills at the corresponding level of the Com-	

	mon European Framework of Reference for Languages (CEFR)
Inhalt Course content	Vermittlung und Training der Kompetenzen Hören, Lesen, Schreiben und Sprechen nach Vorgaben des GER für die entsprechende Niveaustufe mit besonderer Beachtung von Aspekten der Sprache im akademischen Kontext — Teaching and training of listening, reading, writing and speaking skills according to the CEFR guidelines for the corresponding level with special attention to aspects of language in an academic context
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur 90 Minuten Written examination (90 minutes)
Medienformen Media used	nach Vorgabe des oder der jeweiligen Dozierenden as specified by the instructor
Literatur Reading list	Lehrwerk nach Vorgabe des oder der jeweiligen Dozierenden / reading materials determinded by the instructor

Bachelorarbeit Artificial Intelligence **PN xxxxxx** **Bachelor's Thesis in Artificial Intelligence**	
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Alle Dozierende All lecturers
Dozent(in) Lecturer	Erstbetreuer der Bachelorarbeit (durch den Prüfungsausschuss bestellte Prüfer) gemäß §21(2) AStuPO, mit begründetem Antrag und nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss ggf. gemäß §21(3) AStuPO (First) supervisor of the bachelor's thesis (an examiner appointed by the board of examiners) as per § 21 para. 2 AStuPO, or (if appropriate) by submitting a reasoned request and after approval by the board of examiners as per § 21 para. 3 AStuPO
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "AIP, Seminar and Presentation"
Lehrform/SWS Contact hours	-
Arbeitsaufwand Workload	Präsenzzeit (Besprechung/Diskussion des Fortschritts): 15h, Vor- und Nachbereitung, Anfertigung der Ausarbeitung: 795h Summe: 810h Contact hours (meetings/discussions on progress): 15 hrs, independent study and writing the bachelor's thesis: 795 hrs In sum: 810 hrs
ECTS Credits	12
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Gemäß §20 (1) AStuPO As per § 20 (1) AStuPO
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Die Veranstaltungen im Bachelor–Studiengang bis einschließlich dem dritten Semester.

	All courses of the Bachelor programme up to the third semester.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Selbstständiges Einarbeiten und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines für das Artificial Intelligence relevanten Themas. Die Studierenden verwenden etablierte Methoden oder passen bestehende Ansätze an, während sie sich an die Standards der akademischen Arbeit halten. Sie haben die Möglichkeit, ihre eigenen Ideen zu entwickeln, zu verfeinern und zu formulieren und kritisch mit der Literatur zu arbeiten. — The students learn how to independently acquire a research topic and to work on a relevant topic in Artificial Intelligence scientifically based and methodically sound. The students use established methods or adapt existing approaches while adhering to academic standards. They have the opportunity to develop, to refine and to formulate their own ideas and to take a critical review of the state of the art. Fähigkeiten / Abilities Der bzw. die Studierende kann die wissenschaftlichen Methoden der Themenschwerpunkte des Studiengangs und die grundlegenden Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens, insb. der Literaturrecherche, anwenden, um ein vorgegebenes Thema eigenständig zu bearbeiten. — The students are able to use the scientific methods of the focus areas of the programme and to use the basic techniques of scientific research, in particular, literature review, to work independently on a given subject. Kompetenzen / Competencies Der bzw. die Studierende besitzt die Kompetenz, dass er oder sie in der Lage ist, ein Problem aus den Themenschwerpunkten des Studiengangs innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten, erfolgreich zu lösen, und die Ergebnisse wissenschaftlich adäquat schriftlich darzustellen und zu bewerten. — The students will acquire the competence to work independently on a problem from the focus areas of the programme within a specified timeframe using scientific methods, to solve this problem successfully and to write down and evaluate the

	results in a adequate scientific way.
Inhalt Course content	Wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben. Die Inhalte werden in Abhängigkeit von der konkreten Themenstellung ausgewählt und bekanntgegeben. — Will be announced by the lecturer. The contents are selected and announced dependent on the specific topic.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Schriftliche Ausarbeitung, ggf. inkl. der verwendeten Quellen (wissenschaftliche Arbeiten, Programm-Bibliotheken, etc.), sowie ggf. dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext inkl. aller zur Bewertung notwendigen Informationen, sowie ggf. einer Systemdemonstration Written thesis, possibly accompanied by the sources used (research articles, program libraries etc.) and, if appropriate, documented and fully functional and executable source code including all informations which are necessary for the evaluation and, if appropriate, a system demonstration
Medienformen Media used	Abhängig von der konkreten Themenstellung Dependent on the specific topic
Literatur Reading list	Wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit von der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben. Will be announced by the lecturer. A reading list will be selected and announced dependent on the specific assignment.

Präsentation der Bachelorarbeit Artificial Intelligence **PN xxxxxx** **Presentation of the Bachelor's Thesis in Artificial Intelligence**	
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Alle Dozierende All lecturers
Dozent(in) Lecturer	Alle Dozierende All lecturers
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "AIP, Seminar and Presentation"
Lehrform/SWS Contact hours	-
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung (+Präsenz) 90 hrs independent study and exam preparation (+contact hours)
ECTS Credits	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Abgabe der Bachelorarbeit The Bachelor's thesis has to be submitted
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Fähigkeit der/des Studierenden die Ergebnisse der Arbeit kurz und verständlich zu formulieren und im Rahmen einer fachlichen Diskussion anzuwenden. Ability of the student to present the results of his or her thesis in a short and comprehensible way and to discuss the results in a professional way.
Inhalt Course content	Darstellung der in der Arbeit erworbenen Erkenntnisse sowie kurze Diskussion.

	— Presentation of the results of his or her thesis and a short discussion.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Präsentation (ca. 20 Minuten bis ca. 45 Minuten); die genaue Prüfungsdauer wird vom Prüfer bzw. der Prüferin vorher bekannt gegeben Presentation (approx. 20 or 45 minutes); the precise mode of assessment will be announced by the examiner beforehand.
Medienformen Media used	Beamer, Tafel, Overheadprojektor Projector, blackboard
Literatur Reading list	Je nach Thema Based on Theme

Seminar zu Künstlicher Intelligenz **Seminar in Artificial Intelligence**	**PN xxxxxx**
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Alle Dozierende All lecturers
Dozent(in) Lecturer	Alle Dozierende All lecturers
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "AIP, Seminar and Presentation"
Lehrform/SWS Contact hours	2S Geeignete Seminare werden zu Beginn des Semesters durch Aushang sowie auf der Webseite der Fakultät bekannt gegeben Suitable seminars will be announced at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Credits	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Se-

Learning outcomes	minarthema einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren. Zudem vertiefen sie ihre Fähigkeit zur kritischen Reflexion, indem sie aktiv an Diskussionen teilnehmen und Argumente fundiert erörtern. Kompetenzen: Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz, Fähigkeit zur Teilnahme an wissenschaftlichen Diskussionen. — Students learn to independently engage with the seminar topic, prepare it professionally for a presentation, and deliver it. Additionally, they enhance their critical reflection skills by actively participating in discussions and thoroughly debating arguments. Competencies: developing a topic, written discourse, Oral communication and presentation skills, ability to participate in academic discussions
Inhalt Course content	Erarbeitung des gestellten Themas anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation — Elaboration of the set topic based on scientific literature, and presentation of the same
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; Zusätzlich werden die Beiträge zu fachbezogenen Diskussionen bewertet. Für die Leistungen wird eine gemeinsame Note vergeben. Die genaue Dauer der Präsentation wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. Es besteht Anwesenheitspflicht. Die Studierenden präsentieren und nehmen aktiv an fachbezogenen Diskussionen teil, daher ist eine Anwesenheit erforderlich, um den Kompetenzerwerb zu sichern. Assessment of the written paper (approx. 8-10 pages) and its presentation. Oral expression and presentation skills, as well as written argumentation skills, will be evaluated. Additionally, contributions to subject-related discussions will be assessed. A single overall grade will be assigned for all components. The exact duration of the presentation will be announced by the lecturer at the beginning of the course. Attendance is mandatory. Students are required to present and actively participate in subject-related discussions; therefore, attendance is necessary to ensure competency development.

Medienformen Media used	-
Literatur Reading list	Wird vom Dozenten bekanntgegeben Will be announced by the lecturer

KI Projekt **AI Project**	**PN xxxxxx**
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester Every Winter Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Granitzer, Harks, Herbold, Lemmerich
Dozent(in) Lecturer	Alle Dozierenden All lecturers
Sprache Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module Group "AIP, Seminar and Presentation"
Lehrform/SWS Contact hours	6P
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Teammeetings + 25 Std. Projektmanagement + 50 Std. Analyse und Spezifikation + 120 Std. Entwurf und Implementierung + 30 Std. Validierung + 10 Std. Berichterstellung + 10 Std. Kolloquien + deren Vorbereitung + 10 Std. Präsentation und deren Vorbereitung Gesamt: 300 Std. 45 hrs of team meetings 25 hrs of project management 50 hrs of analysis and specification 120 hrs of design and implementation 30 hrs of validation 10 hrs of report creation 10 hrs of colloquia and their preparation 10 hrs of presentation and its preparation Total: 300 hrs
ECTS Credits	10
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung für Datenanalyse Programming for Data Analytics

Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Konzeption, Entwicklung und Umsetzung komplexer KI-Systeme unter Verwendung aktueller Frameworks und Methoden. Sie vertiefen ihr Verständnis von KI-Fragestellungen und ihre Programmierkenntnisse im Kontext von KI-Anwendungen. Zudem erweitern sie ihre Fähigkeiten im Projektmanagement, insbesondere in der Planung und Steuerung von KI-Projekten, und lernen Strategien zur Qualitätssicherung und Evaluierung von KI-Lösungen kennen. — Students acquire in-depth knowledge of conceptualizing, developing, and implementing complex AI systems using current frameworks. They deepen their understanding of AI-related issues and their programming skills in the context of AI applications. In addition, they expand their project management abilities, particularly in planning and controlling AI projects, and learn strategies for quality assurance and the evaluation of AI solutions. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können eigenständig KI-bezogene Problemstellungen analysieren, geeignete Algorithmen auswählen und verwenden, im Fall von maschinellen Lernen inkl. einer geeigneten Wahl von Datenquellen und dem Modelltraining. Sie können Lösungen validieren und in Anwendungsszenarien integrieren. Sie sind in der Lage, effektive Lösungen im Team zu erarbeiten, dabei unterschiedliche Rollen und Aufgaben zu übernehmen, den Projektfortschritt zu dokumentieren und zielgerichtet auf Projektziele hinzuarbeiten. Darüber hinaus beherrschen sie den Umgang mit Werkzeugen zur Versionsverwaltung und Testautomatisierung um robuste KI-Projekte umzusetzen. — Students can independently analyze AI-related problems, select appropriate algorithms and data sources, train and validate models, and integrate them into application scenarios. They are able to develop effective solutions as a team, taking on different roles and responsibilities, documenting project progress, and working purposefully towards project goals. They also master tools for version control and test automation to implement robust AI projects.

	Kompetenzen / Competencies Die Teilnehmenden entwickeln durch die Arbeit an praxisnahen KI-Projekten ihre sozialen, organisatorischen und fachlichen Kompetenzen weiter. Sie lernen, in Teams kooperativ und lösungsorientiert zu arbeiten, Arbeitsaufwände realistisch einzuschätzen, Ressourcen sinnvoll zu nutzen und unter Zeitdruck fundierte Entscheidungen zu treffen. Die Fähigkeit, Konflikte konstruktiv zu lösen, Prozesse zu optimieren und den Projekterfolg durch transparente Dokumentation und reflektiertes Projektmanagement sicherzustellen, wird gezielt gefördert. — Through working on practical AI projects, participants further develop their social, organizational, and professional competencies. They learn to collaborate and solve problems cooperatively within teams, realistically estimate workloads, use resources effectively, and make informed decisions under time pressure. The ability to resolve conflicts constructively, optimize processes, and ensure project success through transparent documentation and reflective project management is systematically promoted.
Inhalt Course content	Im Rahmen des Praktikums wird eine praxis- oder forschungsorientierte Problemstellung aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz bearbeitet. Dabei stehen die Konzeption, Modellierung, Entwicklung und Implementierung eines komplexen KI-Systems, -Moduls, oder -Algorithmus im Vordergrund, welches mit Hilfe angemessener KI-Methoden (z.B. Machine-Learning-Methoden) sowie entsprechender Entwicklungswerkzeuge umgesetzt wird. Die Studierenden arbeiten in kleinen Teams, um geeignete Vorgehensweisen zur Projekt- und Arbeitsorganisation kennenzulernen und anzuwenden. Dabei wird ein Vorgehen gewählt, das sich so nah wie möglich an etablierten Industriestandards und Forschungspraktiken orientiert. — In this course, students address a practical or research-oriented problem in the field of Artificial Intelligence. The focus lies on conceptualizing, developing, and implementing a complex AI system, module, or algorithm using appropriate AI-methods (e.g., machine learning methods) as well as suitable development tools. Students work in small teams, learning and applying effective approaches to project and work organization. The chosen methodology aligns as closely as possible with established industry standards and research practices.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Schriftliche Dokumentation in Form eines technischen Berichts, mündliche Kolloquien zu den Arbeitspaketen die durch

	geeignete Medien (z.B. Folien) unterstützt werden, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext inkl. aller zur Demonstration notwendigen Informationen, sowie einer Systemdemonstration und Präsentation im Rahmen einer Abschlussveranstaltung. Written documentation in the form of a technical report, oral colloquia on the work packages supported by suitable media (e.g. slides), documented and functional source code including all information necessary for demonstration, as well as a system demonstration and presentation at a final event.
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer Presentation with a beamer
Literatur Reading list	Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben. The literature is selected and announced depending on the specific task.