UNIVERSITÄT PASSAU

Fakultät für Informatik und Mathematik

Modulkatalog B.Sc. Informatik



Inklusive der Beschlüsse des Prüfungsausschusses der Fakultät für Informatik und Mathematik der Universität Passau am 12.08.2025

Stand: 29.10.2025

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 Informatik

Pflichtmodule

Modulgruppe „Grundlagen, technische Informatik und verteilte Systeme“ (PO 2018/PO 2025)

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Grundlagen der Informatik	400110	3V+2Ü	7	Hammer	Deutsch
Technische Informatik	413151	3V+2Ü	7	Katzenbeisser	Deutsch
Rechnerarchitektur	405062	2V+1Ü	5	Katzenbeisser	Deutsch
Verteilte Systeme	405002	2V+1Ü	5	de Meer	Deutsch
Summe Modulgruppe			24		

Modulgruppe „Informationssysteme, Sicherheit und Netze” (PO 2018/PO 2025)

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Rechnernetze	405058	3V+2Ü	7	de Meer	Deutsch
Datenbanken und Informationssysteme I	405019	2V+1Ü	5	Scherzinger	Deutsch
Datenbanken und Informationssysteme II	405347	2V+1Ü	5	Scherzinger	Deutsch
Grundlagen der IT-Sicherheit	432900	2V+1Ü	5	Posegga	Deutsch
Summe Modulgruppe			22		

Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“ (PO 2018)

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Lineare Algebra I	400600	4V+2Ü	9	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Zumbrägel, Wirth	Deutsch
Analysis I	400700	4V+2Ü	9	Kaiser, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	Deutsch
Theoretische Informatik I Theoretische Informatik II (besteht aus beiden Teilen)	405008	4V+2Ü	9	Rutter, Sudholt	Deutsch
Einführung in die Stochastik	400930	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	Deutsch
Summe Modulgruppe			36		

Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“ (PO 2025)

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Lineare Algebra I* *oder* Lineare Algebra für Informatiker*	400600 xxxxxx	4V+2Ü	9	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Zumbrägel, Wirth	Deutsch
Analysis I** *oder* Analysis für Informatiker**	400700 xxxxxx	4V+2Ü	9	Kaiser, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	Deutsch
Theoretische Informatik	406010	3V+2Ü	7	Rutter, Sudholt	Deutsch
Einführung in die Stochastik*** *oder* Stochastik für Informatiker***	400930 400940	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach, Rudolf	Deutsch
Summe Modulgruppe			34		

* Nur eines der Module Lineare Algebra I oder Lineare Algebra für Informatiker ist Pflicht.
** Nur eines der Module Analysis I oder Analysis für Informatiker ist Pflicht.
*** Nur eines der Module Einführung in die Stochastik oder Stochastik für Informatiker ist Pflicht.

PO 2025: Bei Wahl des Wahlfachs Mathematik sind in der "Modulgruppe Mathematik und Theoretische Informatik" die Module Analysis I, Lineare Algebra I und Einführung in die Stochastik verpflichtend zu absolvieren.

Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung“ (PO 2018)

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Programmierung I	405282	2V+2Ü	6	Bachmaier, Größ-linger	Deutsch
Algorithmen und Datenstruk-turen*	443020	3V+2Ü	7	Sudholt, Rutter	Deutsch
Software Engineering	401201	2V+1Ü	5	Fraser, Hammer	Deutsch
Programmierung II	405283	2V+2Ü	6	Bachmaier	Deutsch
Software Testing	405343	2V+2Ü	6	Fraser	Deutsch
Summe Modulgruppe			30		

* Hinweis: Das Modul wird durch die Veranstaltung Einführung in Algorithmen und Datenstrukturen absolviert

Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung“ (PO 2025)

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Programmierung I	405282	2V+2Ü	6	Bachmaier, Größ-linger	Deutsch
Algorithmen und Datenstruk-turen	405127	4V+2Ü	9	Sudholt, Rutter	Deutsch
Software Engineering	401201	2V+1Ü	5	Fraser, Hammer	Deutsch
Programmierung II	405283	2V+2Ü	6	Bachmaier	Deutsch
Software Testing	405343	2V+2Ü	6	Fraser	Deutsch
Summe Modulgruppe			32		

Module „SEP, Seminar und Präsentation, Bachelorarbeit” (PO 2018/PO 2025)

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Software Engineering Prakti-kum (SEP)	433500	6P	13	Fraser	Deutsch
Seminar Informatik	401320	2V	4	alle Dozierende	Deutsch
Präsentation der Bachelorar-beit	408999		3	alle Dozierende	Deutsch
Bachelorarbeit	409900		12	alle Dozierende	Deutsch
Summe Modulgruppe			32		

Wahlpflichtmodule

Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Information Retrieval und Natural Language Processing	405375	2V+1Ü	5	Hautli-Janisz	Englisch
Complex Systems Engineering	445020	3V+2Ü	7	Endres	Deutsch
Web und Data Engineering	405348	3V+2Ü	7	Kosch, Granitzer	Deutsch
Bildverarbeitung	442060	4V+2Ü	9	Sauer, Forster-Heinlein	Deutsch
Mustererkennung und Zeitreihenanalyse	442030	3V+1Ü	6	N.N.	Deutsch
Mathematische Software	411120	3V+2Ü	7	Schwarz	Deutsch
AI-Driven Softwae Development	405320	2Ü	5	Fraser	Englisch
Effiziente Algorithmen	405121	3V+2Ü	7	Rutter, Sudholt	Deutsch/ Englisch
Praktische Parallelprogrammierung	405281	3V+2Ü	7	Fraser	Deutsch/ Englisch
Logik für Informatiker	405287	3V+2Ü	7	Kreuzer	Deutsch/ Englisch
Competitive Programming	407609	2V+4Ü	4	Rutter	Deutsch/ Englisch
Geometric Modelling	405164	4V+2Ü	9	Sauer	Deutsch/ Englisch
Numerische Methoden der Linearen Algebra	407606	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Deutsch
Signalanalyse	405203	2V+2Ü	6	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
Security Engineering Lab	405345	6Ü	12	Katzenbeisser	Deutsch/ Englisch
Data Warehouses	405145	2V+2Ü	6	Kosch	Deutsch
Data Science	405218	2V+1Ü	5	Kosch, Granitzer	Englisch
Computeralgebra	405110	4V+2Ü	9	Kreuzer	Deutsch
Softwarearchitektur	405387	2V+2Ü	6	Kuhrmann	Deutsch
Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion	442040	2V+1Ü	5	Kranz	Deutsch
Stochastische Simulation	405156	3V+1Ü	7	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
Cloud Security	462311	2V+2Ü	6	Reiser	Deutsch/ Englisch

Programming Paradigms	405416	2V+2Ü	6	Hammer	Englisch
Mathematische Logik	412501	4V+2Ü	9	Kaiser	Deutsch
Experimentelle IT-Sicherheit	433706	4P	7	Posegga	Deutsch/ Englisch
Randomisierte Algorithmen	405388	3V+2Ü	7	Sudholt	Englisch
SQL for Data Science	472080	2V+2Ü	6	Scherzinger	Englisch
Basic Research Internship in Human-Computer Interaction and Software Engineering	401004	8P	7	Kranz	Deutsch
Discrete Mathematics	471511	4V+2Ü	9	Glock	Englisch
Finite State Morphology	407607	2V+1Ü	5	Hautli-Janisz	Englisch
NLP for Social Media Analysis	407608	2V+1Ü	5	Hautli-Janisz	Englisch
Klassische Harmonische Analysis	415346	2V+1Ü	5	Prochno	Deutsch/ Englisch
Graphentheorie	412502	4V+2Ü	9	Glock	Deutsch
Random Graphs	405340	2V+2Ü	6	Glock	Englisch
Combinatorial Number Theory	455580	4V+2Ü	9	Glock	Englisch
Visualisierung	405417	2V+2Ü	6	Heinzl	Deutsch
Spieltheorie	405331	4V+2Ü	9	Sauer	Deutsch
Energy Informatics I	405415	2V+2Ü	6	de Meer	Englisch
Prototyping & Programming	405350	4Ü	6	Fraser, Kosch	Deutsch
Lineare und Diskrete Optimierung	471550	3V+1Ü	7	Harks	Deutsch
Computergestützte Statistik - Einführung in R	212119	2V	3	Schnurbus	Deutsch

Wahlfach

Modulgruppe „Wahlfach Psychologie"

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Grundlagen der Psychologie	212525	2V	5	Mayr	Deutsch
Einführung in die Entwicklungspsychologie	750013	2V	3	Mayr	Deutsch
Psychologie der Mensch-Maschine-Interaktion	405219	2V+2Ü	6	Mayr	Deutsch
Einführung in die Medienpsychologie	380122	2V	5	Mayr	Deutsch

Das Wahlfach kann nach Absprache mit Frau Prof. Mayr auf Antrag vom Prüfungsausschuss genehmigt werden (FStuPO §3 Satz 3).

Modulgruppe „Wahlfach Mathematik"

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Lineare Algebra II	401812	4V+2Ü	9	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Zumbrägel, Wirth	Deutsch
Analysis II	401811	4V+2Ü	9	Kaiser, Müller-Gronbach, Prochno, Sauer	Deutsch

PO 2025: Bei Wahl des Wahlfachs Mathematik sind in der "Modulgruppe Mathematik und Theoretische Informatik" die Module Analysis I, Lineare Algebra I und Einführung in die Stochastik verpflichtend zu absolvieren.

Modulgruppe „Wahlfach Betriebswirtschaftslehre"

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Betriebswirtschaftslehre I: Management und Unternehmensführung	105602	3V+2Ü	9	Steinhuber	Deutsch
Betriebswirtschaftslehre II: Unternehmensrechnung	105601	3V+2Ü	9	Steinhuber	Deutsch

Modulgruppe „Wahlfach Angewandte Fremdsprachen"

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Angewandte Fremdsprachen - Grundstufe 1 (1.1 + 1.2 jeweils 5 ECTS)		8	10	wird vom Sprachen-zentrum festgelegt	Deutsch/ jeweilige Fremd-sprache
Angewandte Fremdsprachen - Grundstufe 2 (2.1 + 2.2 jeweils 5 ECTS)		8	10	wird vom Sprachen-zentrum festgelegt	Deutsch/ jeweilige Fremd-sprache

Wahlpflichtmodul zur Fachspezifischen Fremdsprachenausbildung und Schlüsselqualifikationen

Name des Moduls	Prüfungs-nummer	SWS	ECTS	Modulverant-wortliche(r)	Sprache
Fachspezifischen Fremdsprachenausbildung in Englisch - Aufbaustufenmodul 1	542001	2V	3	wird vom Sprachen-zentrum festgelegt	Englisch
Fachspezifischen Fremdsprachenausbildung in Englisch - Aufbaustufenmodul 2	542002/ 542003	2V	3	wird vom Sprachen-zentrum festgelegt	Englisch
Praktikum für Informatik	407680		4	alle Dozierende	Deutsch

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

Hinweise:
Für das Bestehen der Bachelorprüfung gemäß § 9 Abs. 2 AStuPO sind nach § 4 Absatz 2 FStuPO folgende Pflicht- und Wahlpflichtmodule zu absolvieren und insgesamt **mindestens 180 ECTS-Leistungspunkte** zu erwerben:

i. Die **Pflichtmodule (mind. 132 ECTS-Leistungspunkte)** gemäß obiger Liste,
ii. mindestens 15 ECTS-Leistungspunkte aus der Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik",
iii. bis zu 3 ECTS-Leistungspunkte aus den Bereichen „Fachspezifische Fremdsprachen und Schlüsselqualifikationen",
iv. die Module des gewählten Wahlfachs (18-20 ECTS-Leistungspunkte) und
v. die Bachelorarbeit (12 ECTS-Leistungspunkte).

Für Übersichtslisten zur Anrechenbarkeit und Modulgruppenzuordnung siehe
`www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/`

Inhaltsverzeichnis

Beispiel Studienplan Bachelor Informatik mit Wahlfach Mathematik mit Studienbeginn im Wintersemester 16

Beispiel Studienplan Bachelor Informatik mit Wahlfach Fremdsprachen mit Studienbeginn im Wintersemester 17

Beispiel Studienplan Bachelor Informatik mit Wahlfach BWL mit Studienbeginn im Wintersemester 18

5100 Grundlagen der Informatik PN 400110
Foundations of Computer Science 19

5102 Programmierung I PN 405282
Programming I 21

5105 Technische Informatik PN 413151 24

5172 Lineare Algebra I PN 400600
Linear Algebra I 26

5182 Lineare Algebra für Informatiker PN xxxxxx
Mathematics for Computer Science I 29

5200 Einführung in Algorithmen und Datenstrukturen PN 443020 32

5200 Algorithmen und Datenstrukturen PN 405127
Algorithms and Data Structures 34

5204 Rechnerarchitektur PN 405062 37

5272 Analysis I PN 400700 39

5273 Analysis für Informatiker PN xxxxxx
Mathematics for Computer Science II 42

5274 Lineare Algebra II PN 401812 45

5300 Software Engineering PN 401201
Software Engineering 47

5302 Programmierung II PN 405283
Programming II 51

5305 Rechnernetze PN 405058 55

5306 Theoretische Informatik I PN 405006
Theoretical Computer Science 57

5306 Theoretische Informatik PN 406010
Theoretical Computer Science 59

5308	Theoretische Informatik II	PN 405007	62
5312	Information Retrieval und Natural Language Processing Information Retrieval and Natural Language Processing	PN 405375	64
5314	Datenbanken und Informationssysteme I Data Base & Information Systems I	PN 405019	68
5363	Complex Systems Engineering	PN 445020	71
5370	Einführung in die Stochastik Introduction to Stochastics	PN 400930	73
5372	Analysis II	PN 401811	75
5378	Stochastik für Informatiker Mathematics for Computer Science III	PN 400940	78
5400	Datenbanken und Informationssysteme II	PN 405347	81
5402	Verteilte Systeme	PN 405002	84
5430	Web und Data Engineering	PN 405348	86
5432	Grundlagen der IT-Sicherheit	PN 432900	89
5452	Bildverarbeitung Digital Image Processing	PN xxxxxx	91
5461	Mustererkennung und Zeitreihenanalyse	PN 442030	93
5470	Mathematische Software	PN 411120	95
5481	Grundlagen der KI: Multiagent Systems Foundations of AI: Multiagent Systems	PN xxxxxx	97
5487	AI-Driven Software Development	PN 405320	99
5500	Software Engineering-Praktikum (SEP)	PN 433500	103
5502	Seminar Informatik	PN 401320	106
5560	Angewandte Fremdsprachen - Grundstufe 1 (1.1+1.2)		108
5561	Angewandte Fremdsprachen - Grundstufe 2 (2.1+2.2)		110
5600	Effiziente Algorithmen Efficient Algorithms	PN 405121	112
5610	Praktische Parallelprogrammierung Practical Parallel Programming	PN 405281	115
5670	Logik für Informatiker	PN 405287	118

5718 Competitive Programming PN 407609 120

5739 Geometric Modelling PN 405164 123

5751 Numerische Methoden der Linearen Algebra PN 407606
Numerical Linear Algebra 125

5753 Signalanalyse PN 405203 127

5763 Security Engineering Lab PN 405345 129

5775 Data Warehouses PN 405145 133

5779 Data Science PN 405218 136

5780 Computeralgebra PN 405110 140

5792 Softwarearchitektur PN 405387 142

5806 Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion PN 442040 144

5812 Stochastische Simulation PN 405156
Stochastic Simulation 147

5824 Cloud Security PN 462311 149

5838 Information Theory PN 455440 151

5840 Software Testing PN 405343
Software Testing 153

5853 Programming Paradigms PN 405416
Programming Paradigms 156

5861 Mathematische Logik PN xxxxxx
Mathematical Logic 159

5878 Experimentelle IT-Sicherheit PN 433706 161

5952 Randomisierte Algorithmen PN 405388
Randomised Algorithms 164

5973 SQL for Data Science PN 472080
SQL for Data Science 166

6045 Basic Research Internship in Human-Computer Interaction and Software Engineering PN 401004 169

6046 Discrete Mathematics PN 471511 174

6081 Finite State Morphology PN 407607 176

6082 NLP for Social Media Analysis PN 407608 178

6110 Klassische Harmonische Analysis PN 415346
Classical Harmonic Analysis 181

6111 Klassische Grenzwertsätze & große Abweichungen PN 451019
Classical Limit Theorems & Large Deviations 184

6130 Graphentheorie PN 412502 187

6132 Random Graphs PN 405340
Random Graphs 189

6133 Combinatorial Number Theory PN 455580 192

6170 Visualisierung PN 405417
Visualization 194

6194 Spieltheorie PN 405331 198

6205 Energy Informatics I PN 405415 200

6232 Prototyping & Programming PN 405350 203

6241 Lineare und Diskrete Optimierung PN 471550
Linear and Discrete Optimization 205

35620 Computergestützte Statistik – Einführung in R PN 212119
Computational Statistics – Introduction to R 207

39100/39101 Betriebswirtschaftslehre I: Management und Unternehmensführung PN 105602 210

39103/39104 Betriebswirtschaftslehre II: Unternehmensrechnung PN 105601 212

90595/90596 FFA Aufbaustufenmodul 1 PN 542001 214

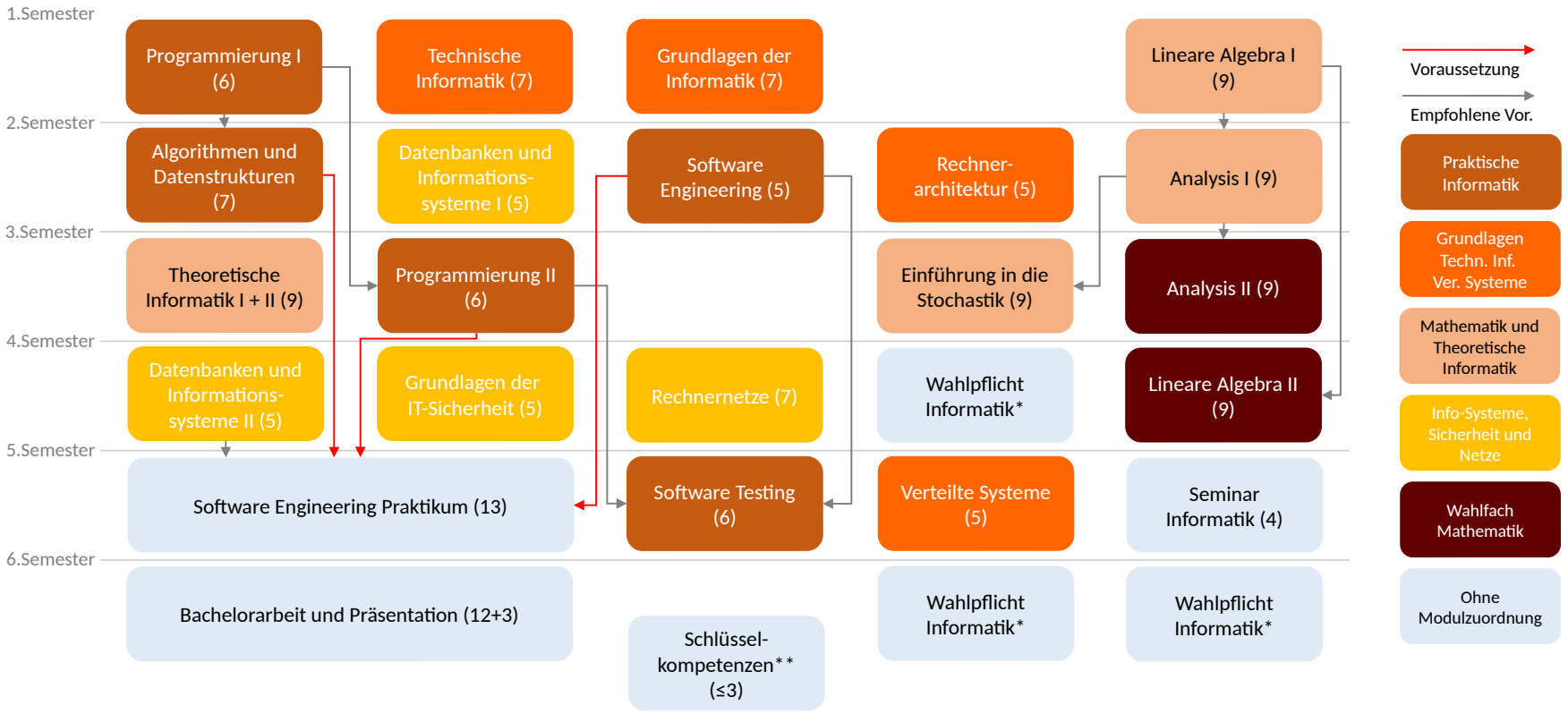
90596/90597 FFA Aufbaustufenmodul 2 PN 542002/ 542003 216

Bachelorarbeit Informatik PN 409900 218

Präsentation der Bachelorarbeit Informatik PN 408999 220

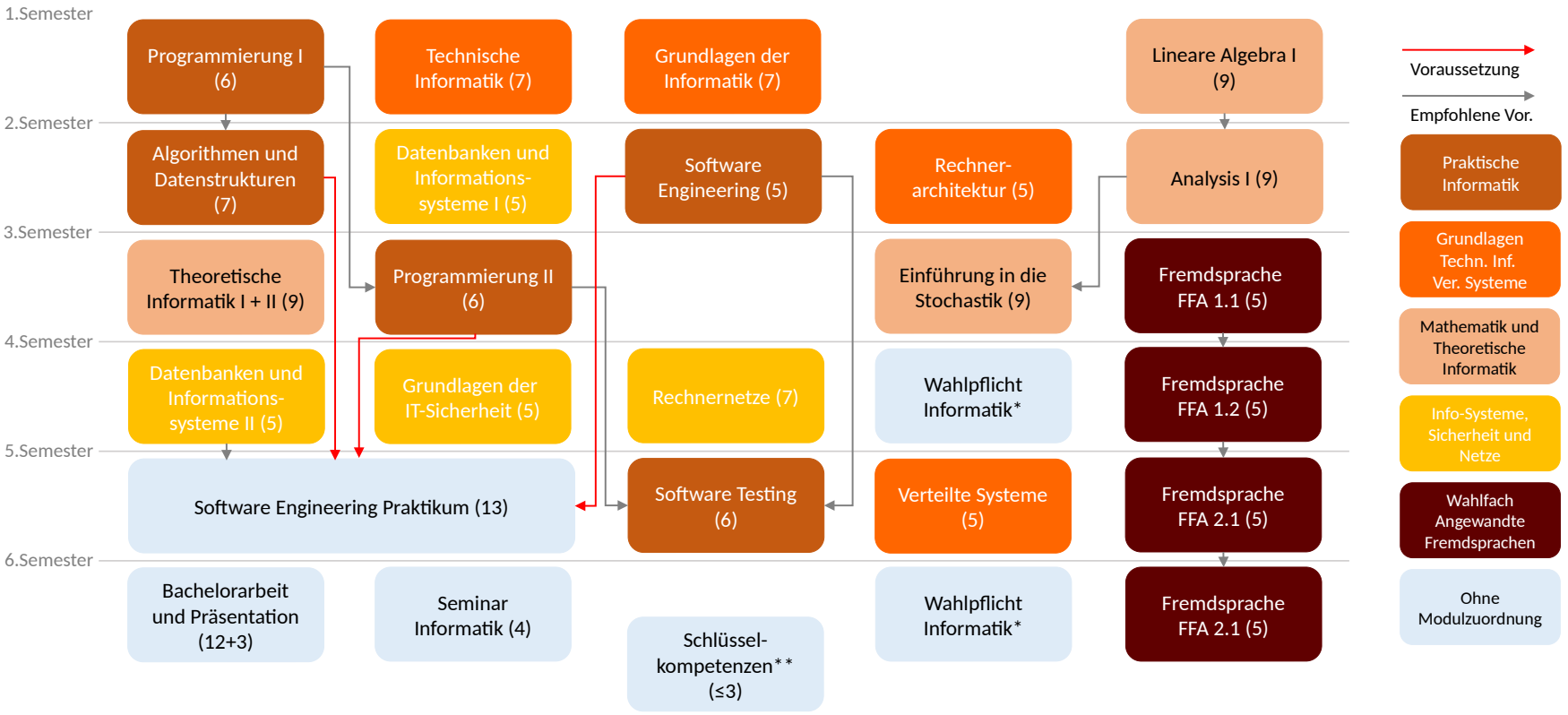
Praktikum für Informatik PN 407680 222

Beispiel Studienplan Bachelor Informatik mit Wahlfach Mathematik mit Studienbeginn im Wintersemester



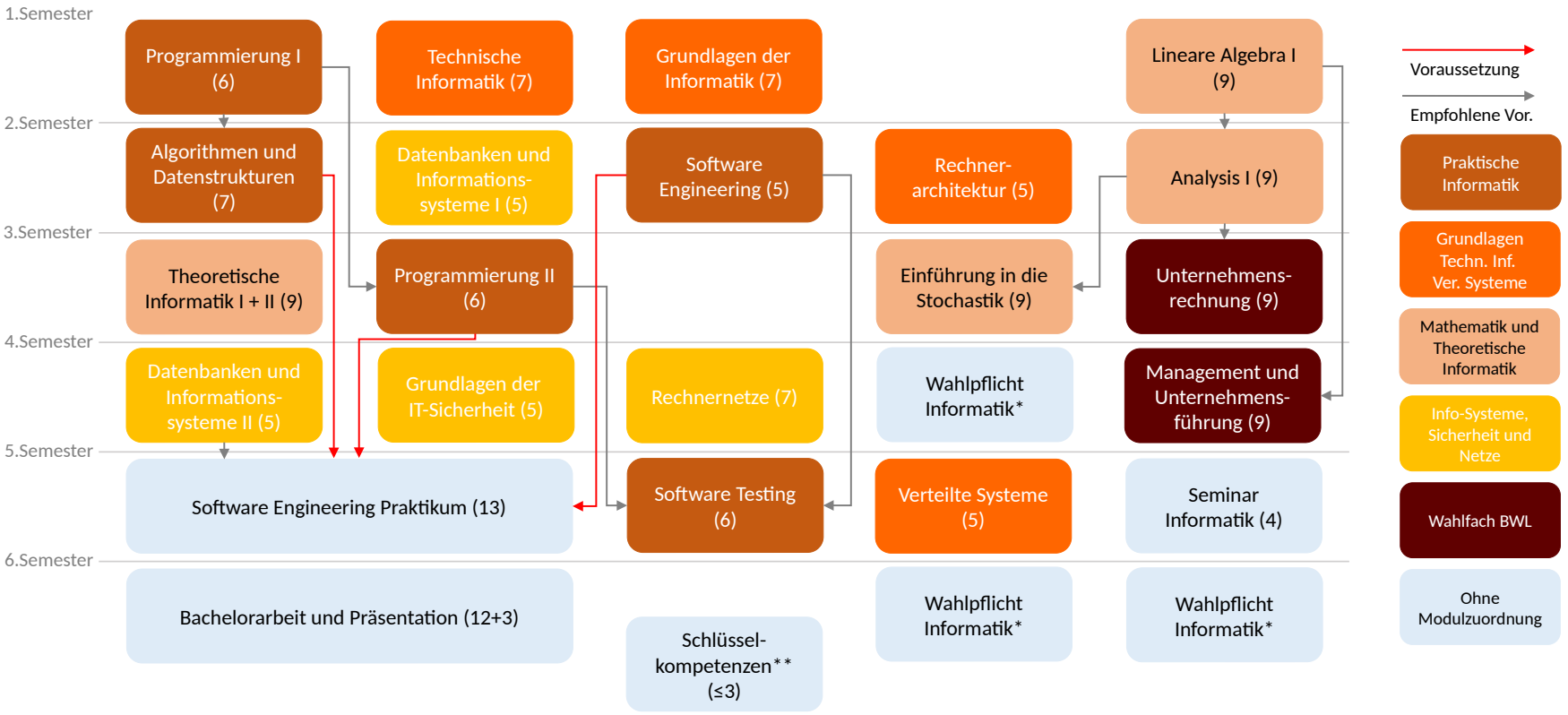
*Wahlpflicht ≥ 15
**Wahlpflicht + Schlüssel ≥ 18

Beispiel Studienplan Bachelor Informatik mit Wahlfach Fremdsprachen mit Studienbeginn im Wintersemester



*Wahlpflicht ≥ 15
**Wahlpflicht + Schlüssel ≥ 18

Beispiel Studienplan Bachelor Informatik mit Wahlfach BWL mit Studienbeginn im Wintersemester



*Wahlpflicht ≥ 15
**Wahlpflicht + Schlüssel ≥ 18

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	Modulgruppe „Grundlagen, technische Informatik und verteilte Systeme“	
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. Künstliche Intelligenz, 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	Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung“	
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. Mathematik, B.Sc. Künstliche Intelligenz	
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 Programmstruk-	

	turen. 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

5105	Technische Informatik	PN 413151
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Katzenbeisser	
Dozent(in) Lecturer	Katzenbeisser	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Grundlagen, technische Informatik und verteilte Systeme“	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 70 Std. Übungen + 65 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 70 hrs exercises + 65 hrs 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	Keine	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen Komponenten von einfachen und komplexeren Digitalschaltungen und die grundlegenden Synthese- und Qualitätssicherungsverfahren kennen. Fähigkeiten / Abilities Sie können mit den grundlegenden Formalismen wie Boole-	

	sche Algebra, endliche Zustandsautomaten, Binäre Entscheidungsdiagramme, Zeichenströme umgehen und Schaltnetze und Schaltwerke aus entsprechenden formalen Beschreibungen synthetisieren und optimieren. Kompetenzen / Competencies Sie können unterschiedliche Arten der Information digital darstellen und zur Informationsverarbeitung geeignete digitale Schaltungen spezifizieren und entwerfen, testen und ihr Zeitverhalten analysieren.
Inhalt Course content	Informationsdarstellung: Zahlendarstellung (Ganzzahlen, Festkommazahlen, Zweierkomplement), Zeichendarstellung, fehlererkennende und -korrigierende Kodierungen. Boolesche Funktionen: Grundbegriffe, Normalformen, Umsetzung durch programmierbare logische Felder, Berechnung des Minimalpolynoms durch Verfahren von Quine-McCluskey, Binäre Entscheidungsdiagramme. Kombinatorische Schaltkreise (Schaltnetze): Logikgatter, Hierarchie, arithmetische Schaltkreise, ALU, Einführung in kombinatorische Synthese und Verifikationsverfahren. Sequentielle Schaltkreise (Schaltwerke): Speicherelemente, Zustandsautomaten und ihre Äquivalenz zu sequentiellen Schaltkreisen, Zustandsminimierung, Einführung in sequentielle Synthese, Speicherfelder und Busse. Analyse des Zeitverhaltens von kombinatorischen und sequentiellen Bausteinen. Entwurf und Programmierung eines einfachen Mikroprozessors, Analyse und Optimierung seines Zeitverhaltens. Qualitätssicherung und Testverfahren: Fehlermodellierung, Fehlersimulation, Grundlagen der Automatischen Testmustergenerierung, prüfgerechter Entwurf.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-min. Klausur
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer, Simulationswerkzeuge.
Literatur Reading list	Becker, Molitor, "Technische Informatik: Eine einführende Darstellung" (Oldenbourg, 2008) Keller, Paul, "Hardware Design: Formaler Entwurf digitaler Schaltungen" (Teubner, 2005) Eggersglüß, Fey, Polian, "Test digitaler Schaltkreise" (De Gruyter Oldenbourg, 2014) Folienkopien

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	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“	
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. Künstliche Intelligenz, 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	2-stündige Abschlussklausur 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

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	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“	
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. AI	
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	Einführung in Algorithmen und Datenstrukturen	PN 443020
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester Hinweis: Das Modul „Algorithmen und Datenstrukturen"nach der PO 2018 wird durch diese Veranstaltung absolviert	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sudholt, Rutter	
Dozent(in) Lecturer	Sudholt, Rutter	
Sprache Language of instruction	Deutsch English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung“ PO 2018	
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	Programmierung I Programming I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen grundlegende Datenstrukturen und elementare Algorithmen sowie Entwurfsmethoden für effiziente Algorithmen.	

	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. Kompetenzen / Competencies Sie können hinsichtlich Laufzeit und Speicherplatzbedarf effiziente Algorithmen zur Lösung von Problemen entwerfen und dabei geeignete Datenstrukturen verwenden.
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.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-min. Klausur oder mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
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/ Lecture notes Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: *Introduction to Algorithms*, 2001

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	Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung“ PO 2025	
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. AI	
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

5204	Rechnerarchitektur	PN 405062
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Katzenbeisser	
Dozent(in) Lecturer	Katzenbeisser	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Grundlagen, technische Informatik und verteilte Systeme“	
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	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen Komponenten von Rechnern, den internen Aufbau eines Prozessors, sein Zusammenwirken mit der Anwendungssoftware und mit Betriebssystemkomponenten mittels Befehlssatz und seine Interaktion mit Speicherbausteinen.	

	Fähigkeiten / Abilities Sie können Informationsverarbeitung durch programmierbare Rechner am Beispiel des Mikroprozessors MIPS nachvollziehen, die Performanz der Rechner und ihrer Komponenten systematisch bewerten, haben Grundkenntnisse über Programmierung in Maschinensprache und ihren Zusammenhang mit Hochsprachen-Konstrukten sowie die Hierarchie unterschiedlicher Typen von Speichern. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, für eine gegebene algorithmische Aufgabe ihre Abarbeitung durch die Prozessor-Hardware in Interaktion mit einer Speicherhierarchie einzuordnen, einen adäquaten Rechnertyp und die benötigte Leistungsfähigkeit seiner Komponenten mit den dafür geeigneten Metriken zu spezifizieren.
Inhalt Course content	Einführender Überblick über Hardwareentwurf und Fertigung Metriken zur Performanzbewertung Befehlssatz und Schnittstelle mit der Software Interner Aufbau eines Prozessors, Maßnahmen zur Leistungssteigerung Speicher, Speicherhierarchie Multiprozessoren, spezielle Architekturen
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-min. Klausur
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer, Simulationsprogramme
Literatur Reading list	J. L. Hennessy, D. A. Patterson, “Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface”, Morgan Kaufmann, 5. Ausgabe, 2014 Folienkopien

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	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“	
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. Künstliche Intelligenz, 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 **Hinweis:** Nach PO 2025 anrechenbar für das Pflichtmodul „Analysis I“ 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	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“	
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. Künstliche Intelligenz, 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

5274	Lineare Algebra II	PN 401812
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Zumbrägel, Wirth	
Dozent(in) Lecturer	Kaiser, Kreuzer, Forster-Heinlein, Zumbrägel, Wirth	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlfach Mathematik“	
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	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die Resultate über die möglichst einfache Darstellung von Endomorphismen von Vektorräumen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können die oben genannten Resultate in geeigneten Anwendungssituationen benutzen. Die Studierenden	

	können auch kompliziertere Beweise nachvollziehen und eigenständig modifizieren.
Inhalt Course content	Der erste Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit den Normalformen von Endomorphismen in Vektorräumen. Dazu werden zunächst Polynomringe studiert. Dann werden Eigenwerte und Eigenvektoren von Matrizen und Endomorphismen und ihre Bedeutung bei der Untersuchung von Ähnlichkeit, Diagonalisierbarkeit und Triagonalisierbarkeit von Matrizen und Endomorphismen behandelt. Die Jordansche Normalform von Matrizen wird in Spezialfällen angegeben. Der zweite Teil der Vorlesung setzt sich mit euklidischen und unitären Räumen und den damit zusammenhängenden Konzepten auseinander. So werden Bilinearformen, Skalarprodukte, Orthonormalbasen und adjungierte lineare Abbildungen studiert. Die Eigenschaften selbstadjungierter, orthogonaler und unitärer linearer Abbildungen und ihre Beziehung zu entsprechenden Matrizen werden untersucht. Schließlich werden die erzielten Resultate zum Beispiel bei der Darstellung von Bilinearformen auf euklidischen Räumen und bei der Hauptachsentransformation von Quadriken angewendet.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	2-stündige Abschlussklausur
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer oder Tafel
Literatur Reading list	z. B. F. Lorenz, Lineare Algebra II, BI-Verlag 1989

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	Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung“	
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, B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Künstliche Intelligenz, 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	Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung“	
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. Mathematik, B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Künstliche Intelligenz, 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

5305	Rechnernetze	PN 405058
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	de Meer	
Dozent(in) Lecturer	de Meer	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Informationssysteme, Sicherheit und Netze“	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 65 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 65 hrs exercises + 70 hrs 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	Rechnerarchitektur, Technische Grundlagen der Informatik/Technische Informatik	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing, Lehramt Informatik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erlangen Kenntnisse über die wichtigsten Protokollelemente und die Architektur des Internets. Anhand der Internet-Architektur können fundamentale Problemstellungen der Rechnerkommunikation eingeordnet und verstan-	

	den werden. Diese Problemstellungen beziehen sich auf funkbasierter Kommunikation, Fragen des Netzmanagements, der Sicherheit in der Kommunikation, der Mobilität in Netzen und der Multimediakommunikation. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können praktische Netzprogrammierung prinzipiell realisieren. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden erhalten die Kompetenz, elementare Zusammenhänge im Bereich von Rechnernetzen zu verstehen, einzuordnen und geeignete Methoden und Protokolle problemabhängig auszuwählen und angepasst zu implementieren.
Inhalt Course content	Diese Vorlesung umfasst zentrale Algorithmen und Konzepte des TCP/IP Protokoll Stacks. In einem Top-Down-Ansatz wird ein allgemeines Verständnis für Schichtenmodelle, Schnittstellen, Protokolle und Services vermittelt. Unter anderem werden folgende Protokolle (in verschiedenen Schichten) behandelt: DNS, HTTP, SMTP, TCP, UDP, IP, Ethernet, WLAN, MiWAX, GSM, UMTS, LTE. Weitere Inhalte umfassen Prinzipien der funkbasierten Kommunikation, des Mobilitätsmanagements, der Netzsicherheit und des Netzwerkmanagements.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-min. Klausur.
Medienformen Media used	Vorlesung: Präsentation und Beamer, Übung: Beamer, Tafel, Rechnerlabor
Literatur Reading list	J.F.Kurose/K.W.Ross, Computer Networking, PEARSON Addison Wesley (jeweils neueste Ausgabe, z.Zt. 8th Ed.)

5306	Theoretische Informatik I Theoretical Computer Science	PN 405006
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	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“ PO 2018	
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	Grundlagen der Informatik, Algorithmen und Datenstrukturen Foundations of Computer Science, Algorithms and Data Structures	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing, Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen die formalen Berechnungsmodelle und Automatentypen kennen und entwickeln daraus ein Verständnis von abstrakten Maschinen und Berechnungsmodellen. Sie	

	lernen den Unterschied zwischen Determinismus und Nicht-Determinismus kennen. Fähigkeiten / Abilities Sie sind in der Lage insbesondere endliche Automaten anzuwenden und Probleme in regulär, kontextfrei, entscheidbar oder nicht entscheidbar zu klassifizieren. Sie können formale Prinzipien anwenden, wie die Beschreibung von Sprachen durch reguläre Ausdrücke oder kontextfreie Grammatiken, und das Pumping Lemma für Negativbeweise anwenden. Sie entwickeln ein Verständnis für die Schwierigkeit von Problemen, insbesondere in den Kategorien der prinzipiellen und der effizienten Berechenbarkeit. Kompetenzen / Competencies Sie erwerben die Kompetenz, Konzepte der Informatik mit theoretischen Modellen zu durchdringen. Dies ist für ein höheres Abstraktionsvermögen förderlich.
Inhalt Course content	Reguläre Mengen, reguläre Ausdrücke, deterministische und nicht-deterministische endliche Automaten, Modellierung mit endlichen Automaten, das Pumping Lemma, Abschlusseigenschaften regulärer Sprachen, kontextfreie Grammatiken und Sprachen, Kellerautomaten, Pumping Lemma, einige Abschlusseigenschaften Turingmaschinen und Berechenbarkeit, Unentscheidbarkeit, Halteproblem, deterministische und nicht-deterministische Turingmaschinen, Simulation von Maschinen, Zeitkomplexität, Grundlagen zu NP, Reduzierbarkeit und ausgewählte NP-harte Probleme
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	**Hinweis:** Besteht aus Theoretische Informatik I+II, siehe Theoretische Informatik II für das Prüfungsformat (PN 405008 für die kombinierte Klausur).
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer und Tafel
Literatur Reading list	Vorlesungsunterlagen Hopcroft, Ullman, Motwani: Introduction to Automata Theory, Languages and Computation G. Vossen, K. U. Witt: Grundkurs Theoretische Informatik, Vieweg Verlag

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	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“ PO 2025	
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. Mathematik,Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft), B.Sc. Künsliche Intelligenz	
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

5308	Theoretische Informatik II	PN 405007
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester **Hinweis:** PN 405008 für die Klausur Theoretische Informatik I+II	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Rutter, Sudholt	
Dozent(in) Lecturer	Rutter, Sudholt	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“ PO 2018	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 25 Std. Übungen + 50 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 25 hrs exercises + 50 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	4	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Theoretische Informatik I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen weitere Charakterisierungen der regulären Sprachen und die Grundzüge der Komplexitätstheorie und damit der abstrakten Bewertung von Algorithmen ken-	

	nen. Fähigkeiten / Abilities Sie können die kennengelernten Konzepte bewerten und die jeweils zweckmäßigste Form zu Beschreibung eines Problems finden und anwenden. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, ausgewählte algorithmische Probleme bezüglich ihrer Komplexität zu bewerten und der jeweils richtigen Komplexitätsklasse zuzuordnen. Kompetenzen / Competencies Sie erwerben die Kompetenz, Probleme nach formalen Gesichtspunkten zu klassifizieren.
Inhalt Course content	Die Untersuchungen überregulärer Sprachen werden ausgebaut, z.B. minimale Automaten, Rechtskongruenzrelationen und ein „genau-dann-wenn“ Pumping Lemma sowie weitere Abschlusseigenschaften und Entscheidbarkeiten bei regulären Sprachen. Es werden die Grundzüge der Komplexitätstheorie eingeführt und die Zeit- und Speicherkomplexität vorgestellt und die Klassen der Komplexitätshierarchie definiert und typische Probleme, insbesondere die Begriffe „tractable“ und „intractable“ erläutert.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-min. Klausur (Theoretische Informatik I+II, PN 405008)
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel (oder Labor/Rechner/...)
Literatur Reading list	Hopcroft, Ullman, Motwani: Introduction to Automata Theory, Languages and Computation I. Wegener: Theoretische Informatik, Teubner

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“
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. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Künstliche Intelligenz
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	Modulgruppe „Informationssysteme, Sicherheit und Netze“
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. Internet Computing, B.Sc. Künstliche Intelligenz, 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

5363	Complex Systems Engineering	PN 445020
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Wird vermutlich nicht mehr angeboten	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Endres	
Dozent(in) Lecturer	Endres	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Mathematik in Technischen Systemen I, Softwaretechnik für Eingebettete Systeme	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen Instanzen von komplexen Systemen, die mit dem Instrumentarium einer einzelnen Disziplin nicht adäquat behandelt werden können. Sie lernen aktuelle Ansätze, um die Komplexität zu beherrschen und solche Systeme	

	dennoch entwerfen und analysieren zu können. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können die Komplexität von Anwendungen erkennen und systematisiert einordnen. Sie können komplexe Systeme formal beschreiben und prinzipielle Anwendbarkeit von gängigen Entwurfsmethoden bewerten. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, mit aktuellen Entwurfs- und Analysemethoden komplexe Systeme zu behandeln. Sie können für Teilaspekte solcher Systeme geeignete Entwurfsabläufe identifizieren und prinzipiell anwenden. Sie können Eigenschaften wie Emergenz oder Phasenübergänge beschreiben und sich durch geeignete Entwurfsprinzipien zu Nutze machen.
Inhalt Course content	Beispiele von komplexen Systemen Beschreibungssprachen und –formalismen Methoden zur Analyse, Entwurf und Implementierung von komplexen Systemen Theorie komplexer verteilter Systeme Selbstorganisation, selbstadaptive Systeme, Phasenübergänge, Emergenz
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	Präsentation und Beamer
Literatur Reading list	Wird von dem/der Dozierenden bekannt gegeben

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	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“	
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. Künstliche Intelligenz, 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	Modulgruppe „Wahlfach Mathematik“	
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. Künstliche Intelligenz, 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 **Hinweis:** Nach PO 2018 anrechenbar für das Pflichtmodul „Einführung in die Stochastik“ 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	Modulgruppe „Mathematik und Theoretische Informatik“	
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. Künstliche Intelligenz	
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

5400	Datenbanken und Informationssysteme II	PN 405347
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Scherzinger	
Dozent(in) Lecturer	Scherzinger	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Informationssysteme, Sicherheit und Netze“	
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	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Datenbanken und Informationssysteme I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, Lehramt Informatik (vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben Kenntnisse über den prinzipiellen Aufbau von Datenbankmanagementsoftware und den Einsatz von Datenbanksystemen. Sie kennen Datenbankanfragesprachen in Theorie (RelationaleAlgebra, Relationenkalkül, DATALOG) und Praxis (SQL). Außerdem lernen sie den grund-	

	sätzlichen Ablauf der Anfragebearbeitung und die Grundzüge des Transaktionsmanagements kennen. Fähigkeiten / Abilities Die erfolgreichen Teilnehmer sind in der Lage, ein Datenbanksystem methodisch zu entwerfen und eine Optimierung des Datenbankentwurfs mit Hilfe der Normalisierungstheorie durchführen. Außerdem sind sie in der Lage, auch komplexe Anfragen mit der Anfragesprache SQL zu formulieren und geeignete Transaktionsprogramme zu erstellen. Kompetenzen / Competencies Die erfolgreichen Teilnehmer sind in der Lage, selbständig die funktionalen, transaktionalen und betrieblichen Anforderungen aus einer Anwendung in einen methodisch sauberen relationalen Datenbankentwurf zu überführen und ein geeignetes Datenbanksystem einzurichten. Grundsätzlich können Sie alle für den Betrieb eines Datenbanksystems notwendigen Maßnahmen planen und durchführen. Außerdem Korrektheit und Wartbarkeit beurteilen und ggf. Maßnahmen zu seiner Optimierung anwenden. Daneben haben die erfolgreichen Teilnehmer das methodische Rüstzeug für die wissenschaftliche Arbeit im Bereich Datenbanken und Informationssysteme erworben und können ein Datenbanksystem prinzipiell hinsichtlich seiner Performanz beurteilen.
Inhalt Course content	Datenbankarchitektur Das relationale Modell: Relationale Algebra, DATALOG, Relationenkalkül Relationale Entwurfstheorie: Funktionale Abhängigkeiten, Mehrwertige Abhängigkeiten, Zerlegungen, Normalformen Grundzüge der Anfragebearbeitung: Logische Optimierung, Physische Optimierung, Kostenmodelle Grundzüge des Transaktionsmanagements: Read-Write Modell, Synchronisation, Fehlerbehandlung Sicherheit und Zugriffsschutz
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-min. Klausur
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer und Tafel, Übungsaufgaben, Einsatz von Softwarepaketen auf dem Rechner, praktische Programmieraufgaben
Literatur Reading list	Ramez Elmasri und Shamkant B. Navathe. Grundlagen von Datenbanksystemen. Pearson Studium. Alfons Kemper und André Eickler. Datenbanksysteme - Eine Einführung. Oldenbourg Verlag.

	Eigenes Skriptum

5402	Verteilte Systeme	PN 405002
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	de Meer	
Dozent(in) Lecturer	de Meer	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Grundlagen, technische Informatik und verteilte Systeme“	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 35 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 35 hrs exercises + 70 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I, Rechnerarchitektur	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing, Lehramt Informatik (vertieft, nicht vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Kenntnis von Grundkonzepten von Betriebssystemen, Grundverständnis von Problemen und Algorithmen im Bereich verteilter Datenverarbeitung, Kenntnis der wichtigsten Werkzeuge. Fähigkeiten / Abilities	

	Implementierung verteilter Algorithmen, einfache Systemprogrammierung in Java und C. Kompetenzen / Competencies Entwurf und Analyse komplexer Verteilter Applikationen.
Inhalt Course content	Grundlegende Modelle verteilter Systeme (synchrone Systeme, asynchrone Systeme, Fehlermodelle etc.), logische Zeit und Zeitsynchronisation, Kooperation, Zugriffskonflikte, Deadlocks, relevante Grundkonzepte von Betriebssystemen wie Prozesse Threads, Schutzmechanismen, Kommunikationsmechanismen, C-Programmiermodell, Middleware und Verfahren zur verteilten Ausführung (RMI, RPC, verteilte Ereignisse), Anwendungen (z. B. verteilte Filesysteme)
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90 min. Klausur
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer; Tafel (oder Labor/Rechner/...)
Literatur Reading list	G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, Distributed Systems, Concepts and Design Andrew S. Tanenbaum, Modern Operation Systems, 2/E, Prentice Hall

5430	Web und Data Engineering	PN 405348
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kosch, Granitzer	
Dozent(in) Lecturer	Kosch, Granitzer	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 65 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 65 hrs exercises + 70 hrs 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	Einführung in Internet Computing, Programmierung I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, Lehramt Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die Techniken und Konzepte moderner Web-Anwendungen. Sie kennen die aktuellen Entwicklungsframeworks und die Entwicklung von technischen Web-Schnittstellen. Sie kennen die einzelnen Schritte des SW- prozesses für Web-Anwendungen und die Unterschiede zum her-	

	kömmlichen SW-Prozess. Sie kennen die Grundkonzepte des Semantic Webs. Sie kennen Ontologien und können diese zur Datenmodellierung nutzen. Sie kennen grundlegende Konzepte im Data Engineering wie Data Warehousing, Map-Reduce und darauf aufbauende Anwendungen. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden beherrschen den Webengineering Softwarezyklus und können komplexere Webanwendungen vor allem in die Java-basierten Frameworks (Spring) nach dem erlernten Softwarezyklus umsetzen. Darüber hinaus beherrschen die Studierenden die Entwicklung in gängigen Web-Frontends (speziell JavaScript) und können grundlegende Konzepte im Data Engineering umsetzen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden haben die Kompetenz komplexere Web-Anwendungen und grundlegende Data Engineering Konzepte zu entwerfen und zu implementieren. Sie können den Betrieb und die Wartung von Web-Anwendungen durchführen und die Qualität von Anwendungen beurteilen und verbessern.
Inhalt Course content	Das Modul Web and Data Engineering konzentriert sich auf die Vermittlung der notwendigen Konzepte, Techniken und Architekturen, welche die Umsetzung von komplexen, datenintensiven Web-Anwendungen gewährleistet. Ein wesentlicher Schwerpunkt ist die Einführung von verschiedenen Web-Architekturen sowie die Entwicklung von Rest-Schnittstellen inkl. der dazugehörigen Datenmodellierung. Die theoretischen Modelle werden anhand der Anwendung aktueller Entwicklungsframeworks demonstriert. Zudem erfolgt die Behandlung grundlegender Data Engineering Konzepte (Datenmodellierung, Data Warehousing, Skalierbare Datenverarbeitungsarchitekturen) sowie deren aktuelle Realisierungen. Inhaltliche Gliederung: ▪ Web-Informationssysteme: Architektur und Implementierungen ▪ Java Server Pages und Java Servlets: Grundprinzipien und deren Unterscheidung ▪ REST und RESTful API Design ▪ HTML 5 und Client-seitige Entwicklungsmodelle ▪ Grundlagen zum Semantic Web und zur semantischen Datenmodellierung ▪ Data Warehousing Grundkonzepte (Star Schema, ETL, OLAP Cubes) ▪ Moderne Data Warehousing Konzepte ▪ Technologische Realisierung moderner Datenanalysetechnologien

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	Präsentation mit Projektor und Gruppenarbeit
Literatur Reading list	Wird vom Dozent bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.

5432	Grundlagen der IT-Sicherheit	PN 432900
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Posegga	
Dozent(in) Lecturer	Posegga	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Informationssysteme, Sicherheit und Netze“	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz + 35 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 35 hrs exercises + 70 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	-	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die Terminologie der IT- Sicherheit, beherrschen die grundlegenden Verfahren der Kryptographie, kennen die Sicherheitsmechanismen von Betriebssystemen und grundlegende Sicherheitsprotokolle und –standards. Fähigkeiten / Abilities	

	Die Studierenden können IT-Systeme und Netze bezüglich Sicherheit einstufen, Verschlüsselungsverfahren anwenden und die Sicherheit von symmetrischen und asymmetrischen Verschlüsselungsverfahren beurteilen. Kompetenzen / Competencies Steigerung der generellen Problemlösungskompetenz durch selbstständiges Erarbeiten von Lösungen in den Übungen. Kritische Bewertung von konkreten Lösungsansätzen im Bereich der IT-Sicherheit. Selbstständiger Entwurf der Architektur und der algorithmischen Umsetzung von einfachen Sicherheitslösungen.
Inhalt Course content	Terminologie der IT-Sicherheit: Reliability, Usability, assets, policy, awareness, physische Sicherheit, Zugriffskontrolle, compliance, Vulnerabilities, Threats, Risk, Prävention, Detektion, Reaktion, Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit, accountability, non-repudiation, safety, security, dependability Kryptographie: Grundlagen, Einführung in public key Infrastrukturen, Vertrauenswürdige und sichere Netzwerkkommunikation. Authentikation, Modulo-Arithmetik, Ein-Weg-Funktionen, Falltürfunktionen, diskreter Logarithmus, Primfaktorzerlegung, hash-Funktionen, Kollisionen, Prüfsummen, Message Authentication Codes, digitale Signaturen, RSA, symmetrische Verschlüsselung, block ciphers, stream ciphers, Feistel cipher, DES, AES, WEP Systemintegrität, Sicherheitsprotokolle und –standards: Identifikation, Authentifikation, Passwortsysteme, Single Sign-On, grundlegende Anwendungen der Biometrie
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-min. Klausur oder 15-min. mündliche Prüfung
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel (oder Labor/Rechner/...)
Literatur Reading list	W. Stallings: Network Security Essentials, Prentice Hall 2007

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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	B.Sc. Mathematik, B.Sc. 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.

5461	Mustererkennung und Zeitreihenanalyse	PN 442030
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Wird vermutlich nicht mehr angeboten	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	N.N.	
Dozent(in) Lecturer	N.N.	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 + 15 Std. Präsenz, 80 + 40 Std. Eigenarbeitszeit	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlagen der Informatik für Mobile und Eingebettete Systeme, Einführung in die Stochastik	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die grundlegenden überwachten und unüberwachten Lernverfahren und die wesentlichen Modelle und Methoden zur Zeitreihenanalyse. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können Algorithmen zur Analyse von Zeitreihen und zur Mustererkennung in Software implementieren.	

	Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können für gegebene Fragestellungen adäquate Analysemethoden aus einem Portfolio von überwachten und unüberwachten Verfahren identifizieren und auf der Basis geeigneter Modellierung programmtechnisch umsetzen.
Inhalt Course content	Überwachte statistische Klassifikation: Bayes-Klassifikatoren, lineare Diskriminanten, Support Vector Machines, Neuronale Netze, Baumklassifikatoren Unüberwachtes Lernen: Expectation Maximization, Clustering Zeitreihenanalyse: Markov-Modelle, Dynamic Time Warping, polynomielle Approximation
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	Präsentation und Beamer
Literatur Reading list	Wird von dem/der Dozierenden bekannt gegeben

5470	Mathematische Software	PN 411120
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Schwarz	
Dozent(in) Lecturer	Schwarz	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz, 115 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungs- und Übungsstoffs sowie Bearbeitung von Aufgaben und Ausarbeitung schriftlicher Abgaben, 20 Std. Vorbereitung auf die mündliche Prüfung	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, B.Sc. Wirtschaftsinformatik, B.Sc. Business Administration and Economics	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen Softwarepakete aus dem Bereich Graphik, Computeralgebra und Optimierung sowie ihre wesentliche Syntax. Sie wissen, welche Werkzeuge zur Lösung von (Teil-)Problemen in Modellbildung und Simulation sowie	

	zur Aufbereitung und Präsentation ihrer Ergebnisse geeignet sind. Klassische Probleme der Mathematischen Optimierung sind ihnen in Theorie und Praxis ein Begriff. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können die spezifische Stärken und Anwendungsschwerpunkte von Softwarepaketen bewerten, und für ein konkretes Problem eine geeignete Software auswählen. Die Studierenden können sich in neue Software eigenständig einarbeiten. Die Studierenden können mathematische Modelle für einfache, fachübergreifende Probleme nachvollziehen, diese verständlich aufbereiten, sowie mit geeigneter Computerunterstützung eine Lösung entwickeln bzw. simulieren und diese präsentieren.
Inhalt Course content	Es werden schwerpunktmäßig die Pakete LaTeX/TikZ, Matlab/Octave, sowie wxMaxima zur Behandlung fachübergreifender Probleme der mathematischen Modellbildung, Simulation und Optimierung benutzt. Um das fundierte Verständnis zu gewährleisten wird Theorie der mathematischen Optimierung in angemessener Tiefe besprochen.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolioprüfung (3 -5 schriftliche Abgaben im Lauf des Semesters und mündliche Abschlussprüfung) Jede Abgabe sowie die mündliche Prüfung ist jeweils eine eigene, unabhängig benotete Prüfungsleistung. Die Portfolioprüfung gilt nur dann als bestanden, wenn alle Teilleistungen bestanden wurden. Die Note berechnet sich als gewichteter Mittelwert aus den Noten der Teilleistungen.
Medienformen Media used	Vorlesungsbegleitendes Skript, Präsentation vom Notebook sowie Notizen am Tablet
Literatur Reading list	Wird von dem/der Dozierenden bekannt gegeben

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		
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	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

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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. AI	
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.

5500	Software Engineering-Praktikum (SEP)	PN 433500
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	In der Regel jedes Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Fraser, Hammer	
Dozent(in) Lecturer	Bachmaier	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module „SEP, Seminar und Präsentation, Bachelorarbeit“	
Lehrform/SWS Contact hours	6P	
Arbeitsaufwand Workload	10 Std. Präsentation und deren Vorbereitung + 45 Std. Team-Meetings + 35 Std. Projektmanagement + 80 Std. Analyse und Spezifikation + 150 Std. Design und Implementierung + 40 Std. Validierung. + 30 Std. Abschlusspräsentation (Vorbereitung und Präsentation) Gesamt 390 Std.	
ECTS Credits	13	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Algorithmen und Datenstrukturen, Programmierung II und Software Engineering	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Datenbanken und Informationssysteme bzw. Grundlagen von Datenbanken und Web Engineering	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Lehramt Informatik (vertieft)	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen die Realisierung von Projekten von mehr als 10.000 Zeilen Code und die dazu notwendigen formalen Vorgehensweisen und Tools kennen. Die theoretischen	

	Kenntnisse aus der Software Engineering Vorlesung werden praktisch umgesetzt. Die Studierenden kennen die Grundsätze der Vermittlung und Demonstration des Verlaufs und der Ergebnisse eines komplexen Softwareprojekts. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden beherrschen die praktischen Fragestellungen des Softwareentwicklungszyklus, können im Team effektive Lösungen erarbeiten und durchführen und erfolgreich ein großes Software-Projekt im Team realisieren. Die Studierenden sind in der Lage dem Kunden eines Software-Projekts das entwickelte System professionell zu präsentieren. Kompetenzen / Competencies Die Teilnehmenden erlernen soziale Kompetenz und Organisation zur Durchführung großer Software-Projekte im Team, da der Umfang der Aufgabe nur mit durchdachter Arbeitsteilung erfüllt werden kann. Die Studierenden können Stärken, aber auch Schwächen in der Realisierung von großen Anwendungen beurteilen und vermitteln.
Inhalt Course content	Realitätsnahe Software-Entwicklung eines großen Projekts im Team mittels moderner Software-Technik. Das Vorgehen deckt sich so weit möglich mit dem erfolgreicher Softwarehäuser aus dem Projektgeschäft. Anwendung des Wasserfallmodells im Teamvon 5-6 Studierender. Das Ergebnis jeder Phase ist ein eigenes Dokument. **1. Pflichtenheft** Detaillierte Festlegung der Leistungsmerkmale eines Systems. Beachtung der Grundprinzipien Präzision, Vollständigkeit und Konsistenz. Der Inhalt umfasst das Systemmodell als Übersicht, die Beschreibung der Systemumgebung, eine vorläufige Benutzeranleitung aus der sich implizit die funktionalen Anforderungen widerspiegeln, eine Analyse der zukünftigen Systemevolution und detaillierte Testfallszenarien. **2. Entwurf** Hauptbestandteil ist ein objektorientierter Grobentwurf in UML, der die Klassenstruktur festlegt, die Schnittstellen der Klassen definiert, Beziehungen zwischen den Klassen aufzeigt. Die bei der Modellierung des Systems zu befolgenden Grundprinzipen sind das Geheimnisprinzip, die Modularität mittels schwacher Kopplung und hoher Kohäsion, die Antizipation des Wandels und die Wiederverwendbarkeit. Dabei werden bekannte Design-Vorlagen eingesetzt. Als Vorgehen wird eine Kombination aus top-down und bottom-up Design, die informale Beschreibung aller Klassen und eine Liste aller zukünftigen Änderungen verlangt. **3. Feinspezifikation**

	Detaillierte Ausarbeitung des Entwurfs. Alle Methoden inkl. derer Parameter werden dokumentiert und ggf. Wertebereiche festgelegt. Mittels Case-Tools wird halb-automatisch ein Programmgerüst und mittels Dokumentationstool eine API-Beschreibung erzeugt. **4. Implementierung** Programmierung des Systems in Java (oder Teile in Skriptsprachen, welche von Web-Frameworks unterstützt werden, wie z.B. Ruby), wobei die Architektur 1:1 umgesetzt wird. Um gesetzte Zeit- und Funktionsziele einzuhalten wird ein detaillierter Implementierungsplan erstellt, der grob in mehrere aufeinander aufbauende Milestones aufgeteilt ist. Hier werden Arbeitseinheiten definiert, deren Aufwand abgeschätzt und deren Realisierung zugeordnet. Zusätzlich zum fertigen Programm wird am Ende ein Implementierungsbericht erstellt, aus dem evtl. Aufwandsabweichungen oder Modellkorrekturen ersichtlich sind. Zur Qualitätssicherung werden andauend werkzeugunterstützte Komponenten- und Überdeckungstests durchgeführt. **5. Validierung** Integrationstest mit Testbericht über die im Pflichtenheft angegebenen Testfälle. Des weiteren endgültiges Handbuch und Systemabnahme durch den Betreuer. Jeder Phase folgt ein Kolloquium, in dem die Ergebnisse gegenüber allen Teams und den Betreuern präsentiert und verteidigt werden. Vortragender ist der zu Beginn festgelegte und jeweils wechselnde Phasenverantwortliche. Dieser ist auch für den Erfolg seiner Phase verantwortlich und regelt deshalb die Aufgabeteilung im Team. Die Teams werden durch ein festes wöchentliches Treffen mit dem Betreuer unterstützt. Öffentliche Präsentation des im Software Engineering-Praktikums entwickelten Systems und Erarbeiten der dafür nötigen Präsentationswerkzeuge
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio aus Dokumentationen der Phasen, 5 Kolloquien, System inkl. Quellcode; sowie Präsentation und Live-Vorstellung des Systems
Medienformen Media used	Eigene Webseite mit Anleitungen Präsentation und Live-Vorstellung am Beamer
Literatur Reading list	Diverse Anleitungen zu den verwendeten Tools

5502	Seminar Informatik	PN 401320
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Alle Dozierenden	
Dozent(in) Lecturer	Alle Dozierenden	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module „SEP, Seminar und Präsentation, Bachelorarbeit“	
Lehrform/SWS Contact hours	2S	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std Präsenz und 90 Std. Vor- und Nachbereitung	
ECTS Credits	4	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	vertiefende, fachlich passende Wahlpflichtveranstaltung	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden lernen sich in das gestellte Seminarthema vorrangig aus einem oder mehreren Bereichen der Wahlpflichtvorlesungen Informatik einzuarbeiten und dieses zu präsentieren. Die Erarbeitung erfolgt teils unter Anleitung, teils selbständig. Sie erlernen die Präsentation fachbezogener Inhalte.	
Inhalt Course content	Erarbeitung des gestellten Themas und dessen Präsentation	

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Bewertung der mündlichen und schriftlichen Leistung
Medienformen Media used	Präsentation
Literatur Reading list	Originalarbeiten

5560	Angewandte Fremdsprachen - Grundstufe 1 (1.1+1.2)
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt
Dozent(in) Lecturer	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt
Sprache Language of instruction	Deutsch/jeweilige Fremdsprache
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlfach Angewandte Fremdsprachen“
Lehrform/SWS Contact hours	Unterricht/Konversation
Arbeitsaufwand Workload	120 Std. Präsenz + 180 Std. Nachbearbeitung
ECTS Credits	10 (jeweils 5 ECTS für 1.1 +1.2)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Sprachkenntnisse entsprechend dem europäischen Referenzrahmen für Sprachen
Inhalt Course content	Im Modul 1 sind die beiden Kurse zwingend in der vorgeschriebenen Reihenfolge zu absolvieren. Auswahl möglich unter verschiedenen Sprachen (entsprechend dem Angebot des Sprachenzentrums). Bis auf Englisch können

	alle anderen vom Sprachenzentrum angebotenen Fremdsprachen gewählt werden, z.B. Chinesisch, Französisch, Indonesisch, Italienisch, Polnisch, Portugiesisch, Russisch, Spanisch, Thai, Tschechisch. Grundstufe 1: Vermittlung eines Grundwortschatzes sowie grundlegender grammatikalischer Strukturen und Ausdrucksmittel der Fremdsprache; Aufbau einer Basis im Leseverstehen und in mündlicher Kommunikationsfähigkeit; Verfassen kurzer schriftlicher Texte unter Verwendung noch sehr einfacher Ausdrucksmittel.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur jeweils in Grundstufe 1.1 und 1.2 von 90 Minuten Dauer. Die Note errechnet sich aus dem Durchschnitt der einzelnen Prüfungsleistungen.
Medienformen Media used	- -
Literatur Reading list	Lehrbuch in der entsprechenden Sprache nach Angabe des jeweiligen Dozierenden

5561	Angewandte Fremdsprachen - Grundstufe 2 (2.1+2.2)
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt
Dozent(in) Lecturer	Wird vom Sprachenzentrum festgelegt
Sprache Language of instruction	Deutsch/jeweilige Fremdsprache
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlfach Angewandte Fremdsprachen“
Lehrform/SWS Contact hours	Unterricht/Konversation
Arbeitsaufwand Workload	120 Std. Präsenz + 180 Std. Nachbearbeitung
ECTS Credits	10 (jeweils 5 ECTS für 1.1 +1.2)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Angewandte Fremdsprachen - Grundstufe 1
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Sprachkenntnisse entsprechend dem europäischen Referenzrahmen für Sprachen
Inhalt Course content	Im Modul 2 sind die beiden Kurse zwingend in der vorgeschriebenen Reihenfolge zu absolvieren. Auswahl möglich unter verschiedenen Sprachen (entsprechend dem Angebot des Sprachenzentrums). Bis auf Englisch können

	alle anderen vom Sprachenzentrum angebotenen Fremdsprachen gewählt werden, z.B. Chinesisch, Französisch, Indonesisch, Italienisch, Polnisch, Portugiesisch, Russisch, Spanisch, Thai, Tschechisch. Grundstufe 2: Erweiterung des Grundwortschatzes und Ausbau der Grammatik; Weiterentwicklung des Hör- und Leseverstehens sowie der Sprechfertigkeit; Verfassen kürzerer schriftlicher Texte unter Verwendung noch eher einfacher, weitgehend standardisierter Ausdrucksmittel.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur jeweils in Grundstufe 2.1 und 2.2 von 90 Minuten Dauer sowie in Grundstufe 2.1 oder 2.2 eine mündliche Leistung (Festlegung durch den Kursleiter, Bekanntgabe im Kurs: Kurzreferat oder mündliche Prüfung bzw. Hörverstehenstest; Dauer: 10 Minuten). Die Note errechnet sich aus dem Durchschnitt der einzelnen Prüfungsleistungen.
Medienformen Media used	- -
Literatur Reading list	Lehrbuch in der entsprechenden Sprache nach Angabe des jeweiligen Dozierenden

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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. Internet Computing, B.Sc. AI	
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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Künstliche Intelligenz	
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	PN 405287
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kreuzer	
Dozent(in) Lecturer	Kreuzer	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 65 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 65 hrs exercises + 70 hrs 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 oder Grundlagen der Mathematik I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen den Aufbau und die Anwendung logischer Systeme. Sie sind mit wichtigen logischen Systemen und den zugehörigen Kalkülen vertraut. Weiterhin kennen sie wichtige Beweismethoden für logische Fragestellungen. Fähigkeiten / Abilities	

	Die Studierenden können logische Fragestellungen im Rahmen eines geeigneten logischen Systems zu modellieren. Sie können die erzeugten logischen Formeln mit Hilfe geeigneter Kalküle auf Erfüllbarkeit testen und einfache Beweise zu Fragestellungen der mathematischen Logik selbstständig führen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive und Entwicklungskompetenzen im interdisziplinären Bereich zwischen der Mathematik und der Informatik.
Inhalt Course content	Basierend auf einer grundlegenden Einführung der Struktur logischer Systeme, insbesondere der Diskussion der Bedeutungen der Begriffe Syntax, Semantik und Kalkül (oder Beweissystem), werden wichtige klassische und moderne logische Systeme besprochen, z.B. Aussagenlogik, Prädikatenlogik, Modallogik und Temporallogik. Neben der Diskussion der Syntax und Semantik dieser logischen Systeme werden auch wichtige Kalküle wie das Resolventenkalkül, der Markierungsalgorithmus oder das Tableaukalkül besprochen. Ferner wird der Bezug dieser Algorithmen zu konkreten Implementierungen und Logik-Compilern wie PROLOG hergestellt. In den Übungen wird großer Wert darauf gelegt, dass die Studierenden lernen konkrete, anwendungsbezogene Probleme in geeigneten logischen Systemen zu modellieren. Ferner werden die besprochenen Beweissysteme an konkreten Beispielen eingeübt.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel
Literatur Reading list	z. B. M. Kreuzer und S. Kühling, Logik für Informatiker, Pearson, München 2006

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Künstliche Intelligenz	
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

5739	Geometric Modelling	PN 405164
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sauer	
Dozent(in) Lecturer	Sauer	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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 und II, Analysis I und II oder äquivalent	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der mathematischen Grundlagen von CAD- und CAM-Systemen, sowie die in diesen Systemen verwendeten geometrischen Objekte. Fähigkeiten / Abilities	

	Die Studierenden können mit den im CAGD üblichen Kurven- und Flächentypen umgehen, Algorithmen zum Umgang mit ihnen entwickeln sowie Eigenschaften der Objekte und Algorithmen mathematisch formulieren und beweisen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden haben die Kompetenz, die Funktionsweise von CAD-Systemen zu verstehen, geeignete Kurven- und Flächentypen für Modellierungsprobleme auszuwählen, zu manipulieren und theoretisch zu untersuchen.
Inhalt Course content	Differentialgeometrische Eigenschaften von Kurven und Flächen, Kurvenprimitive im CAD: Polynome, Splines, rationale Kurven. Methoden zur Flächengenerierung: Blending, Tensorprodukt. Untersuchung von geometrischen Differenzierbarkeitseigenschaften
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer
Literatur Reading list	G. Farin, J. Hoschek/Handbook of Computer Aided Geometric Design/Elsevier Science B.V., 2002

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"
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. Mathematik, Lehramt Mathematik Gymnasium, B.Sc. Künstliche Intelligenz
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

5753	Signalanalyse	PN 405203
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Forster-Heinlein	
Dozent(in) Lecturer	Forster-Heinlein	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	30 + 30 Std. Präsenz, 60 + 60 Std. Eigenarbeitszeit	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die Schlüsselprinzipien der Fourier-Analysis auf euklidischen Räumen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden der Fourier-Analyse bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden.	

Inhalt Course content	1. Fourier-Reihen. L^2-Konvergenz der Fourier-Reihen von L^2-Funktionen. Isometrie zwischen L^2 und l^2. Zusammenhang zwischen Regularität und Abklingverhalten. Ausgewählte Anwendungen von Fourier-Reihen. 2. Fourier-Transformation. Definition auf dem $L^1(R^n)$ und grundlegende Eigenschaften (Inversionsformel; Verhalten bei Multiplikation, Faltung, Differentiation). Definition auf L^2 und die Plancherel-Formel. Raum der temperierten Distributionen und Fourier-Kalkül auf Distributionen. 3. Ausgewählte Anwendungen der Fourier-Transformation, z.B. Poisson-Summationsformel, Abtastsätze, Konstruktion von Wavelets, Lösen partieller Differentialgleichungen, Heisenbergsches Unschärfeprinzip, weitere Integral-Transformationen.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Medienformen Media used	Tafel, Beamer, Übungsblätter
Literatur Reading list	S. Mallat: A wavelet tour of signal processing, Academic Press. E. Schrüfer: Signalverarbeitung. Hanser. R. Lasser: Introduction to Fourier series. Marcel Dekker. Y. Katznelson: An introduction to harmonic analysis. Dover.

5763	Security Engineering Lab	PN 405345
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester Every semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Katzenbeisser	
Dozent(in) Lecturer	Katzenbeisser	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	6Ü Es besteht Anwesenheitspflicht. Die Anwesenheitspflicht besteht aus folgenden Gründen: Um den Erfolg der Veranstaltung zu gewährleisten ist eine verstärkte Interaktion der Studierenden untereinander aber auch zwischen Studierenden und Betreuern notwendig. Bei der Interaktion mit den Betreuern oder den Kommilitonen, können die Studierenden Probleme besprechen und Lösungsstrategien erarbeiten. Ein weiterer Grund sind die regelmäßig stattfindenden Präsentationen der Studierenden. Jeder Studierende arbeitet sich frühzeitig verstärkt in ein Gebiet der Veranstaltung ein. In der Präsentation vermittelt der Studierende sein Spezialwissen an die anderen Teilnehmer. Damit sichergestellt wird, dass die Studierenden dieses Spezialwissen vermittelt bekommen, müssen sie zu den Präsentationen anwesend sein. Der letzte Grund ist die Überprüfung der praktischen Kompetenz der Studierenden. Die Studierenden werden während der Anwesenheitszeit befragt um ihren Lernerfolg zu beobachten. 6Ü Attendance is compulsory. This is for the following reasons: First, to ensure the success of the practicum, it is necessary to enhance the interaction among students and between students and tutors. When interacting with the tutors or fellow students, the students can discuss problems and develop solution strategies. Second, there are the regularly scheduled presentations of the students. Each student works is assigned a topic area for the practicum which he or she treats in greater detail than the others. In the presentation the student shares	

	their detailed knowledge with the other students. To ensure the maximum benefit for all students, it should be ensured that all students are present at the presentation. Third, one of the objectives of the practicum is to test the students' practical skills. The students will be interviewed during their attendance to observe their learning success.
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. betreute Laborarbeit + 110 Std. nicht betreute Laborarbeit + 160 Nachbearbeitung 90 hours supervised laboratory work + 110 hours unsupervised lab work + 160 hours follow-up
ECTS Credits	12
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Technische Informatik, Advanced IT-Security Technical Computer Science, Advanced IT-Security
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen grundlegende Techniken der hardware-orientierten IT-Sicherheit kennen, wie beispielsweise Seitenkanalangriffe, Covert Channels, Physically Unclonable Functions oder Trusted Execution Environments. — Students learn about the basic techniques of hardware-oriented cybersecurity, such as side channel attacks, covert channels, Physically Unclonable Functions and Trusted Execution Environments. Fähigkeiten / Abilities Lösen anspruchsvoller Informatik-Aufgaben aus dem Bereich der IT Sicherheit unter praktischer experimenteller Anwendung des im Studium vermittelten Theorie- und Methodenwissens. Entwurf von IT-Sicherheitsarchitekturen auf Basis von Primitiven der hardware-orientierten Sicherheit. Recherche aktueller Publikationen zum übergeordneten Projektthema. Zudem lernen die Studierenden die gegenseitige Vermittlung der inhaltlichen Grundlagen.

	— Solve challenging computer science tasks in the field of IT security under practical experimental application of operations in the study of theories and methods. Construction, modification and analysis of security infrastructures which are based on hardware security primitives. Research in the latest scientific literature on the project topic. Finally, students learn to relate the theoretical underpinnings to each other. Kompetenzen / Competencies Beurteilung der Sicherheitseigenschaften von Sicherheits-Infrastrukturen. Problemlösungskompetenz und Transferkompetenz, der Theorie- und Methodenschatz der Informatik kann auf komplexe, praktische Probleme der IT Sicherheit angewendet werden. Bearbeitung komplexer, konstruktiver und experimenteller Aufgaben aus dem Bereich der hardware-orientierten IT-Sicherheit. — Assessment of the security properties of security infrastructures. Problem-solving skills and knowledge transfer skills; ability to apply the theories and methods of computer science to complex, practical problems of IT security. Ability to process complex, constructive and experimental problems in the field of hardware- oriented security.
Inhalt Course content	Basistechniken der hardware-orientierten IT-Sicherheit, wie beispielsweise: ▪ Seitenkanalangriffe ▪ Covert Channels ▪ Physically Unclonable Functions ▪ Trusted Execution Environments — Basic techniques of hardware-oriented cybersecurity, such as: ▪ Side channel attacks ▪ Covert Channels ▪ Physically Unclonable Functions ▪ Trusted Execution Environments
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Das Modul ist in Themenabschnitte unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade unterteilt. Die Studierenden lösen im Team für jeden dieser Abschnitte ein praktisches Problem. Die Schritte der Problemlösung werden in einem Bericht dokumentiert. Nach Fertigstellung der Lösung wird diese den anderen Teilnehmern der Übung präsentiert (Dauer der Präsentation: ca. 30 Minuten). Die Kombination aus Protokollen und zugehöriger Präsentation stellt sicher, dass die erarbeiteten Lösungen und das zugehörige Wissen nicht nur schriftlich dargelegt wird,

	sondern auch praktisch angewendet werden kann. The module is divided into topic segments of varying difficulty. Students develop in a team a practical problem. The solution is documented in a report. The report is presented to other students when it is complete (duration of presentations: 30 minutes). The combination of protocols and associated presentation ensures that the solutions and the associated knowledge demonstrated can not only be written down, but can also be applied practically.
Medienformen Media used	Labor, Rechner, Beamer Laboratory, computer, projector
Literatur Reading list	Richtet sich nach den variierenden konkret vergebenen Themen.

5775	Data Warehouses	PN 405145
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kosch	
Dozent(in) Lecturer	Gerl	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 65 Std. Übungen + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 65 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Datenbanken und Informationssysteme	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen den Aufbau eines Data Warehouses(DWH), sie kennen den Unterschied zwischen transaktionellen Daten und Datenanalyse, kennen die Prinzipien der multidimensionalen Datenmodellierung, die Techniken des Ladevorgangs eines Data Warehouses, den physischen Designent-	

	wurf und die Optimierung der Verarbeitung. Im Bereich Data Mining kennen sie die wichtigsten Methoden zur Analyse der Daten in einem DWH unter dem Blickwinkel des Datenvolumens, Einbeziehung von Indexen. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden beherrschen den Aufbau eines konkreten DWH und dessen Betriebs. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden haben die Kompetenz zur Beurteilung der Qualität eines DWH (Modell und Betrieb)
Inhalt Course content	Data Warehouses (DWH) bezeichnen voluminöse, integrierte und auf die Datenanalyse ausgerichtete Datenbanken. Die Vorlesung behandelt diese Thematik in zwei Teilen. Im ersten Teil (Data Warehouse Grundlagen) werden Methoden zum Aufbau und Management von DWH in relationalen Datenbanken vorgestellt (Architekturen, ETL-Prozess, multidimensionale Datenmodelle, OLAP Operationen, Bitmap-Indexe, etc.). Inhaltliche Gliederung Architektur und Prozesse eines Data Warehousesystems Multidimensionale Datenmodell für DWHs OLAP Operationen und graphische Modellierung mit verschiedenen Datenmodellen, z.B. M-ER Speicherung multidimensionaler Daten: ROLAP (relationale) versus MOLAP (multidimensionale Variante) ETL Prozess Indexstrukturen für Data Warehouses Multidimensionale Indexstrukturen Optimierung: Star Joins und Partitionierung Optimierung von OLAP Operationen
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten)
Medienformen Media used	Folien-orientierte Vorlesung, Tafelbenutzung bei Beispielen, zusätzlichen Erläuterungen und zu erklärenden Sachverhalten: Wöchentliche Übungen in kleinen Gruppen. Dabei werden Präsenzaufgaben sowie die Musterlösungen zu den Übungsaufgaben vorgerechnet Erwartete Aktivitäten der Studierenden: Mitarbeit bei Präsenzübungen, Übungsaufgaben, selbständiges Studium von sekundärer Literatur Folienskript ist vorhanden und über Stud.IP zugänglich.

Literatur Reading list	Data Mining: Concepts and Techniques (Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems) 3. Auflage

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Artifitial Intelligence	
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

5780	Computeralgebra	PN 405110
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kreuzer	
Dozent(in) Lecturer	Kreuzer	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 + 30 Std. Präsenz, 90 + 90 Std. Eigenarbeitszeit	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I und II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die grundlegenden Algorithmen der Computeralgebra, insbesondere die Methoden und Anwendungen der Gröbner-Basen. Neben den theoretischen Grundlagen sind sie auch mit konkreten Implementationen dieser Algorithmen vertraut. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können wichtige Methoden der Computeral-	

	gebra selbständig in einem Computeralgebrasystem implementieren. Sie sind in der Lage, für konkrete Fragestellungen geeignete Algorithmen zu finden oder zu entwickeln, deren Korrektheit zu beweisen und deren Effizienz einzuschätzen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen der theoretischen Informatik und der algorithmischen Mathematik.
Inhalt Course content	Die Vorlesung beginnt mit der Diskussion der den modernen Verfahren der Computeralgebra zu Grunde liegenden mathematischen Strukturen (Zahlbereiche, Polynome) und ihrer effektiven Implementation. Darauf aufbauend erhalten die Studierenden eine Einführung in die Methode der Gröbner-Basen und lernen die wichtigsten algorithmischen Anwendungen dieser Methode kennen. Schließlich werden die Algorithmen auf konkrete Berechnungsprobleme (z.B. die Lösung von Gleichungssystemen) angewendet.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Medienformen Media used	Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation
Literatur Reading list	M. Kreuzer und L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 1, Springer, Heidelberg 2000

5792	Softwarearchitektur	PN 405387
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Wird vermutlich nicht mehr angeboten	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kuhrmann	
Dozent(in) Lecturer	Kuhrmann	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Programmierung I + II, Software-Engineering	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing, Lehramt Gymnasium	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben die grundlegenden Kenntnisse für den Entwurf von Softwaresystemen. Insbesondere erlernen sie die Konzepte und Methoden zu informalen, semi-formalen und formalen Entwurfs- und Modellierungstechniken, Architektursichten und Entwurfsmustern. Die Studierenden erlernen und festigen die Modellierung mithilfe der UML.	

	Fähigkeiten / Abilities Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse über die Methoden und Techniken des Architekturentwurfs werden in den Übungen in Einzel- und Kleingruppenaufgaben vertieft. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können, aus gegebenen Anforderungen eine grobe Vorstellung eines Softwaresystems entwickeln und diese mit unterschiedlichen Methoden und Konzepten in einen implementierbaren Systementwurf verfeinern. Ferner sind sie in der Lage, mithilfe eines UML-Modellierungstools Konzepte mithilfe einer Modellierungssprache darzustellen.
Inhalt Course content	Die Vorlesung behandelt die wichtigsten Prinzipien des Architekturentwurfs, insbesondere: ▪ Grundlagen der Modellierung (informal, semi-formal, formal) ▪ Unified Modeling Language (UML) ▪ Anforderungen und Constraints ▪ Architektur- und Entwurfsprinzipien ▪ System- und Komponentenentwurf ▪ Systemdekomposition ▪ Architektursichten ▪ Architektur- und Entwurfsmuster ▪ Architektur-/Entwurfsprozesse ▪ Architekturanalyse ▪ Architekturdokumentation ▪ Architekturmodellierung mit Eclipse Papyrus
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (20 Min.) oder Portfolio/Projektarbeit
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer und Tafel, Übungsaufgaben
Literatur Reading list	Vogel, Arnold, Chughtai, Kehrer: Software Architecture – A comprehensive framework and guide for practitioners. Springer, 2011 R. Martin: Agile Principles, Patterns and Practices in C#. Prentice Hall, 2006 R. Martin: Clean Code. Prentice Hall, 2008 Bass, Clements, Kazman: Software Architecture in Practice, Addison Wesley, 2013

5806	Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion	PN 442040
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kranz	
Dozent(in) Lecturer	Kranz	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz (= Vorlesungsbesuch) 55 Std. Übungsaufgaben (= Übungsbesuch + Bearbeitung) 50 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffes (=Die Nachbereitung des Vorlesungsstoffes umfasst die Beschäftigung mit der Primärliteratur und bei individuellem Bedarf weiterer Literatur)	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Keine	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen grundlegende Interaktionskonzepte und -modelle mit Schwerpunkt auf grafischen Benut-	

	zungsoberflächen. Die Studierenden kennen die Grundzüge der menschlichen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung mit Bezug zur Mensch-Maschine-Interaktion. Die Studierenden kennen Entwurfsmethodiken und Bewertungsansätze für Benutzungsschnittstellen. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können Benutzungsoberflächen beschreiben, analysieren und diskutieren. Sie sind in der Lage einfache Studien zur Evaluation von Benutzungsoberflächen zu entwerfen, durchzuführen und deren Ergebnisse zu bewerten. Die Studierenden können mit Hilfe einfacher und schneller Verfahren (Prototyping) Entwürfe von Benutzungsoberflächen erstellen und diese mit geeigneten Methoden und Benutzern untersuchen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können einfache grafische Benutzungsoberflächen erstellen, vorhandene Benutzungsoberflächen analysieren und diskutieren. Die Studierenden können die Qualität von Benutzungsoberflächen und Interaktionsmodellen in einfach gelagerten Fällen evaluieren und die Ergebnisse kritisch beurteilen. Die Studierenden kennen grundlegende Ansätze zum Entwurf von Benutzungsoberflächen und -schnittstellen.
Inhalt Course content	▪ Grundlagen der menschlichen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung ▪ Grundlagen der Interaktionsmodelle ▪ Grundlegende Konzepte grafischer Benutzungsoberflächen ▪ Heuristiken, Richtlinien und formale Modelle für die Entwicklung von Benutzungsschnittstellen ▪ Grundlegende theoretische Modelle der Mensch-Maschine- Interaktion (z.B. Fitts's Law, Hick's Law, GOMS, KLM) ▪ Prototyping-Methoden und Vorgehensweisen der Prototypenerstellung und -bewertung ▪ Entwurf, Durchführung und Auswertung von Benutzerstudien ▪ Evaluation von Benutzungsschnittstellen ▪ Statistische Grundlagen für die Auswertung von Benutzerstudien und der Beurteilung der Ergebnisse
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	Präsentation mit Projektor, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit
Literatur Reading list	Primärliteratur: Bernhard Preim, Reimund Dachselt: „Interaktive Systeme", Band 1 Springer, 2. Auflage, 2010, ISBN-13: 978-3-642-05402 Ergänzende Literatur: David Benyon: „Designing Interactive Systems“, Addison-Wesley, Auflage: 2. Auflage, 2010, ISBN-13: 0-321-43533-0

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Künstliche Intelligenz	
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

5824	Cloud Security	PN 462311
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Wird vermutlich nicht mehr angeboten	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Reiser	
Dozent(in) Lecturer	Reiser	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Advanced IT-Security	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen Sicherheits-Attribute (Authentizität, Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit), verschiedene Systemmodelle und deren Sicherheits-Risiken, Ansätze und Verfahren zur Realisierung von Zugriffssteuerung in Informationssystemen, Verfahren und Modelle für Berechtigungsmanage-	

	ment, Strategien zur Datenspeicherung und Metriken der Datensicherheit. Fähigkeiten / Abilities Sie lernen Kryptographische Techniken in der Praxis einzusetzen, Sicherheitskonzepte für Informationssysteme zu entwerfen und zu implementieren, Autorisierungs- und Authentisierungsinfrastrukturen zu entwerfen und zu nutzen sowie Systeme in Bezug auf ihre Sicherheit zu bewerten. Kompetenzen / Competencies Sie erlernen die Sicherheit von vorhandenen Informationssystemen analysieren und beurteilen zu können, Alternativen bei der Planung von Sicherheitslösungen für Informationssysteme abwägen zu können sowie Vor- und Nachteile von Sicherheitskonzepten für verteilte Informationssysteme abhängig von Einsatzzweck und Systemarchitektur bewerten zu können.
Inhalt Course content	Das Modul beinhaltet die Themen Authentisierungsverfahren, Zugriffskontrolle wie Mandatory Access Control (MAC), Discretionalry Access Control (DAC), Access Control Lists (ACLs), Role-based Access Control (RBAC); Benutzerverwaltung, Identity Management, Praktisches Sicherheitsmanagement wie Schutzziele, Risiken, Sicherheitspolitiken; Aktuelle Trends wie veränderte Rahmenbedingungen für IT-Sicherheit durch zunehmende mobile Vernetzung, Cloud-Computing und Dezentralisierung.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	60 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung jeweils in deutscher oder englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel
Literatur Reading list	Wird von dem/der Dozierenden bekannt gegeben.

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		
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	Modulgruppe „Praktische Informatik/Programmierung"	
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. Internet Computing, B.Sc. Künstliche Intelligenz	
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		
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.

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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. Künstliche Intelligenz	
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

5878	Experimentelle IT-Sicherheit	PN 433706
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Posegga	
Dozent(in) Lecturer	Posegga	
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
Lehrform/SWS Contact hours	4P mit Anwesenheitspflicht. Die Anwesenheitspflicht besteht aus folgenden Gründen: Um den Erfolg des Praktikums zu gewährleisten ist eine verstärkte Interaktion der Studierenden untereinander, aber auch zwischen Studierenden und Betreuern notwendig. In Interaktion mit den Betreuern oder den Kommilitonen können die Studierende Probleme besprechen und Lösungsstrategien erarbeiten. Ein weiterer Grund sind regelmäßig stattfindende Präsentationen: Jeder Studierende arbeitet sich frühzeitig in ein Gebiet des Praktikums ein, in einer Präsentation wird anderen das erarbeitete Spezialwissen vermittelt. Dies erfordert regelmäßige Anwesenheit. Letztlich wird die praktische Kompetenz der Teilnehmer überprüft, indem sie während der Anwesenheitszeit befragt werden, um so ihre Lernerfolge zu ermitteln. Dies ist Teil der Ermittlung der Note des Praktikums.	
Arbeitsaufwand Workload	105 Std. Laborarbeit + 105 Std. Nachbereitung	
ECTS Credits	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	

Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlagen IT-Sicherheit
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden verstehen etablierte und aktuelle Verwundbarkeiten von Software sowie Netzwerkprotokollen und sie besitzen einen Überblick über die Randbedingungen für das Auftreten bekannter Schwachstellen. Zudem lernen die Studierenden Netzwerk-Toppologien, Paketrouting, Adressierung in Netzwerken und Paketfilterung. Fähigkeiten / Abilities Lösen grundlegender Informatik-Aufgaben aus dem Bereich IT- Sicherheit unter praktisch experimenteller Anwendung des im Studium vermittelten Theorie- und Methodenwissens. Analyse von Netzwerkverkehr und Beurteilung der Sicherheitsrelevanz. Die Studierenden können typische softwarebasierte Verwundbarkeiten aufspüren undvermeiden. Die Studierenden führen Recherche zu aktuellen Publikationen zum übergeordneten Projektthema durch. Zudem lernen die Studenten die Gegenseitige Vermittlung der inhaltlichen Grundlagen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden erwerben berufsbefähigende Praxiskompetenz durch Durchlaufen der typischen Phasen eines Entwicklungsprojekts. Sie eignen sich Problemlösungskompetenz durch wissenschaftliches Arbeiten (unter Anleitung) mit dem Ziel, Probleme aus aktuellen Entwicklungen zu bewältigen an. Sie sind in der Lage Sicherheitseigenschaften von Netzwerken und Softwarelösungen zu beurteilen.
Inhalt Course content	Das Modul beinhaltet im Bereich der Einführung in die Probleme der Softwaresicherheit, z.B. Buffer Overflows, Format-Strings, Sicherheit von Web-Anwendungen (Cross-Site Scripting, SQL Injection) und Fehler in der Programmlogik. Das Modul beinhaltet im Bereich Linux/Windows Betriebssysteme & Netzwerk Grundlagen die Installation von Windows, Linux, VMWare und das Aufsetzen virtueller Netze mit VMware. Im Bereich Netzwerküberwachungs- und Netzwerkanalysewerkzeuge sind die Funktionsweise, Fähigkeiten, Unterschiede und Grenzen der Werkzeuge beinhaltet. Der Bereich Virtual Private Networks umfasst Aufsetzen/Einrichten von Subnetzen, Routing und Validierung sicherer Tunnel.

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Von jeder Gruppe ist in regelmäßigen Abständen ein Protokoll anzufertigen und schriftlich einzureichen. Außerdem verfasst jeder Teilnehmer selbstständig einen Vortrag zu einem vorgegebenen Thema und trägt diesen vor der Gruppe vor, um diese in die relevanten Themen des Praktikums einzuführen.
Medienformen Media used	Labor, Rechner, Beamer
Literatur Reading list	Richtet sich nach den (wechselnden) Aufgaben

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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. Internet Computing, B.Sc. Mathematik, B.Sc. Artifitial Intellingence	
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 472080
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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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	B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Künstliche Intelligenz	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge SQL-Kenntnisse im Kontext von Data Science Verständnis des Datenlebenszyklus Umgang mit unkonventionellen Datenformaten wie XML,	

	JSON, Graphdaten und Text Zeitreihenanalyse in Datenbanken — SQL proficiency within the context of data science Understanding the data life cycle Handling non-traditional data formats like XML, JSON, graph data and text Time series analysis in database 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 — 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 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 Datenformaten 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. Cathy Tanimura: SQL for Data Analysis: Advanced Techniques for Transforming Data into Insights. O'Reilly 2021. Bill Karwin: SQL Antipatterns. Pragmatic Programmers, LLC, 2017. Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe. Fundamentals of Database Systems, Global Edition. Pearson, 7th Edition, 2016.

6045 Basic Research Internship in Human-Computer Interaction and Software Engineering	PN 401004
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Kranz
Dozent(in) Lecturer	Kranz
Sprache Language of instruction	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“
Lehrform/SWS Contact hours	8P
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Einarbeitung in wissenschaftliche Themenstellung + 40 Std. Literaturrecherche + 10 Std. Projektmanagement + 100 Std. Bearbeitung der wissenschaftlichen Themenstellung 10 Std. Berichterstellung + 10 Std. Kolloquien + deren Vorbereitung 10 Std. Präsentation und deren Vorbereitung Gesamt: 210 Std.
ECTS Credits	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Bearbeitung eines Seminarthemas auf dem Gebiet des BRI oder Grundlagen der Mensch-Maschine Interaktion oder Programmierung Eingebetteter Systeme, fehlende Grundlagen im Bereich HCI werden zu Beginn der Lehrveranstaltung erarbeitet.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen	B.Sc. Internet Computing

Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen unter enger fachlicher Anleitung die Bearbeitung von klar definierten, begrenzten und vorgegebenen wissenschaftlichen Fragestellungen aus dem Forschungskontext Human-Computer Interaction und Software Engineering und die dazu notwendigen Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge kennen, die für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabenstellung notwendig sind. Die Studierenden erwerben vertiefte Fachkenntnisse im Kerngebiet der wissenschaftlichen Fragestellung aus dem Bereich Human-Computer Interaction und Software Engineering, sowie weitere für die berufliche Praxis relevante theoretische Kenntnisse aus diesem Kontext. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden sind in der Lage mit Hilfe wissenschaftlicher Nachschlagewerke und wissenschaftlicher Suchmaschinen relevante Publikationen zu identifizieren und in Bezug zum Thema des Praktikums zu stellen. Die Studierenden beherrschen bzw. vertiefen die Grundlagen der wissenschaftlichen Recherche, die sie bereits im Kontext ihres jeweiligen Studiengangs erworben haben. Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit wissenschaftlich- technische Berichte zu schreiben und komplexe Zusammenhänge im auf die wissenschaftliche Fragestellung begrenzten Themengebiet geeignet aufzubereiten, zu visualisieren und zu kommunizieren. Von besonderer Bedeutung sind dabei Verständlichkeit und die wissenschaftliche Darstellung in Wort und Bild der Arbeitsinhalte, z.B. von Studienprotokollen und Messwerten. Sie erlernen grundlegende Fähigkeiten im Methodengebiet der jeweiligen wissenschaftlichen Fragestellung aus dem Gebiet Human-Computer Interaction und Software Engineering. Die Gebiete, auf die sich diese Lehrveranstaltung fokussiert, werden im Abschnitt Inhalt beschrieben. Insbesondere Anwendung finden die bisher erworbenen Kenntnisse von theoretischen, mathematischen und formalen Methoden aus dem jeweiligen Bachelorstudium. Vertiefende Akzente werden durch die Anwendung von Methoden aus den Arbeitsgebieten des Lehrstuhls gesetzt. Die Studierenden erwerben erste praktische Erfahrungen in der Anwendung aus dem Kerngebiet der wissenschaftlichen Fragestellung, z.B. beim methodischen Entwurf von Studien sowie der geeigneten Auswertung von quantitativen und qualitativen Daten insbesondere im Hinblick auf Human- Computer Interaction und Software Engineering. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können eine Fragestellung aus dem Gebiet

	Human-Computer Interaction und Software Engineering unter Anleitung analysieren, geeignete Methoden an Hand von Entscheidungskriterien auswählen, Evaluationsmethoden bewerten und wählen sowie die ggf. notwendige Datenerfassung und -auswertung planen und durchführen. Basierend auf den Ergebnissen können die Studierenden unterAnleitung eine Bewertung und Interpretation vornehmen. Eine Verallgemeinerung und Vertiefung der Lehrergebnisse kann z.B. durch ein Seminar oder eine Abschlussarbeit im Gebiet Human-Computer Interaction und Software Engineering erfolgen.
Inhalt Course content	Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden forschungsnahe Fragestellung aus dem Gebiet Human-Computer Interaction und Software Engineering, insbesondere aus dem Forschungsbereich des betreuenden Lehrstuhls, mittels der Fragestellung angemessener Methoden und Werkzeuge unter Anleitung bearbeitet. Dabei werden geeignete Vorgehensweisen zur Projekt- und Arbeitsorganisation angewendet. Dies beinhaltet mindestens wöchentliche Besprechungen und Diskussionen des Fortschritts an Hand geeigneter Unterlagen, z.B. Vortrag mit Folienpräsentation. Das jeweils entsprechend der Aufgaben- und Problemstellung angemessene Vorgehen entspricht dabei so weit wie möglich der bestehenden Praxis in der wissenschaftlichen Arbeit und Forschung. Die Fragestellungen haben dabei insbesondere Bezug zum Arbeitsgebiet des betreuenden Lehrstuhls, d.h. zu Mensch-Maschine Interaktion und zum Software Engineering und haben i.d.R. Anwendungen in mobilen und körpergetragenen Interaktionsgeräten, der Medizin, industrieller Informatik oder Personal Fabrication. Die Methoden umfassen im Detail im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion: (i) den vertieften Einsatz empirischer Methoden (qualitativ sowie quantitativ) zur Bewertung der Usability und User Experience interaktiver Systeme unter Einsatz von Hypothesen- und Signifikanztests. Bestandteil dieser Arbeiten ist die Test- und Fragebogenkonstruktion. Der Entwurf und die Auswertung von Studien mit mehreren Hypothesen, verschiedenen Konditionen, sowie deren wiederholte Durchführung um mögliche Veränderungen festzustellen sind Bestandteil dieser Arbeiten. (ii) im (Rapid) Prototyping die agile, Hypothesen- und Studien- zentrierte, iterative Umsetzung von physischen interaktiven Systemen bestehend aus Hard- und Software-Komponenten zur Datenaufzeichnung, Interaktion bzw. zur

Durchführung von Benutzerstudien.
(iii) den vertieften Einsatz von Techniken zur Visualisierung bzw. Kommunikation von Daten und Informationen in Abhängigkeit vom Nutzungskontext unter Anwendung von Methoden aus dem Bereich der Informationsvisualisierung und Wahrnehmungspsychologie.
Die Methoden umfassen im Detail im Bereich im Softwareengineering:
(i) den Einsatz komponentenbasierter Entwicklungssysteme (z.B. für Android und iOS) und Hochsprachen (Java,Python,...) allgemein und im Kontext eingebetter interaktiver Systeme.
(ii) den Einsatz von Kommunikations-, Synchronisations- und Sicherheitssystemen und -Mechanismen sowie Datenhaltungssystemen insb. im Zusammenhang mit mobiler Interaktion, die Umsetzung von Client/Server- und Cloud-basierten, verteilten Mehrbenutzerumgebungen sowie die Erfassung, Speicherung und Übertragung von Daten und deren algorithmischen Auswertung mit Methoden der Mustererkennung.
(iii) den Einsatz agiler und iterativer Vorgehensmodelle zur Software- und Systementwicklung
(iv) den Einsatz von geeigneten Methoden wie beispielsweise privacy-by-design zur Reduktion der Erfassung Privatsphärenrelevanter Daten von Benutzern bei der Interaktion mit digitalen Rechensystemen
Es erfolgt ein der Fragestellung angemessener Einsatz von informatischen Werkzeugen:
- Programmiersprachen C, C++, Java, Python, spezialisierte und Cross-Plattform Entwicklungssysteme für iOS und Android und für die jeweilige Sprache geeignete Integrated Development Environments sowie Testumgebungen
- Webentwicklungssysteme (frontend- und backend-basierte Systeme)
- Weka, SPSS, MATLAB, R, sckit-learn, TensorFlow
- Einsatz von Methoden und Werkzeugen zur Personal Fabrication und virtueller und physikalischer Prototypenerstellung
Es wird eine komplexe Fragestellung systematisch bearbeitet. Die Bearbeitung der Fragestellung erfolgt dabei durch den Studierenden unter enger Anleitung eines Wissenschaftlers. Die durchzuführende Arbeit wird geeignet in bearbeitbare Pakete unterteilt. Die Umfänge und Gewichtungen der einzelnen Aktivitäten eines jeden Arbeitspakets sind dabei von der konkreten Fragestellung abhängig. Dies gilt ebenfalls für die konkret anzuwendenden Methoden bzw. einzusetzenden Werkzeuge. Diese können auf Grund der Vielfältigkeit der möglichen

	Fragestellungen nur im Kontext der konkreten Problemstellung ausgewählt werden. Die Studierenden werden durch regelmäßige, mindestens jedoch wöchentliche Treffen mit dem Betreuer unterstützt und angeleitet, deren Häufigkeit der Fragestellung angemessen ist. Das Praktikum schließt mit einem Abschlusskolloquium ab, in dem die Ergebnisse präsentiert und diskutiert werden.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Studien-/Prüfungsleistungen sind: - Schriftliche Dokumentation in Form eines technischen Berichts, - mündliche Kolloquien zu den Teilergebnissen die durch geeignete Medien (z.B. Folien) unterstützt werden sowie - einer Präsentation mit Diskussion im Rahmen einer Abschlussveranstaltung. Weitere Bestandteile können sein: - dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext inkl. aller zur Demonstration notwendigen Informationen, - Studiendokumentation sowie erhobene empirische Daten, - der Fragestellung angemessene Dokumentation der Methodenanwendung.
Medienformen Media used	Präsentation mit Projektor, Wiki, synchrones/asynchrones Online Learning
Literatur Reading list	Wird von dem/der Dozierenden bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Fragestellung ausgewählt und bekanntgegeben.

6046	Discrete Mathematics	PN 471511
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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 + 30 Std. Präsenz, 90 + 90 Std. Eigenarbeitszeit 60 + 30 contact hours, 90 + 90 hours 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, Analysis I Linear Algebra I, Analysis I	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	The students get an overview over Discrete Mathematics, with its many facets. They will be able to prove major results and apply them to specific problems.	
Inhalt Course content	Basic combinatorial counting arguments; Generating functions; Partially ordered sets; Combinatorial designs; Discrete Probability; Ramsey theory	

Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.); 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	Tafel Blackboard
Literatur Reading list	M. Aigner: Discrete Mathematics, AMS, 2007 J. Matousek, J. Nesetril: Invitation to Discrete Mathematics, Oxford University Press, 2009

6081	Finite State Morphology	PN 407607
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Hautli-Janisz	
Dozent(in) Lecturer	Hautli-Jansiz	
Sprache Language of instruction	Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 1Ü	
Arbeitsaufwand Workload	45 Std. Präsenz, 40 Std. Nachbereitung und Übungsaufgaben, 65 Std. Projekt	
ECTS Credits	5	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Information Retrieval and Natural Language Processing	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Internet Computing	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Students learn to develop finite state transducers for computational morphology and phonology in XFST. They thereby gain not only understanding in theoretical linguistic aspects of morphology and phonology, they are also exposed to fundamental concepts in Natural Language Processing like finite state automata, parsing and generation. Students will also	

	learn to develop FSTs for non-standard languages like Arabic, Portuguese and Malay. Fähigkeiten / Abilities Successful candidates can transfer the core structures of morphology and phonology into formal language. They understand the operations that are necessary for developing efficient finite state transducers and have a core understanding of the breadth of morphological structures across languages and how to deal with them computationally. Kompetenzen / Competencies Successful candidates are able to develop their own morphophonological finite state transducer for a phenomenon or language of their choice. They can reflect on their choices for implementation and pitch the project to their peers.
Inhalt Course content	Introduction to finite-state automata Regular expressions XFST Replace rules Flag diacritics The Restriction Operator Non-concatenative morphology Interdigitization Tokenization
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio: Project + documentation + 10 min presentation + self-assessment of the project (10% of the overall grade unless there is a significant deviation from the instructors' perception)
Medienformen Media used	Projector, Computer
Literatur Reading list	Finite State Morphology. Kenneth Beesley and Lauri Karttunen, CSLI Publications. 2003 (`http://www.fsmbook.com`) More literature depending on the choice of project.

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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. Internet Computing, B.Sc. Künstliche Intelligenz	
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.

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
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. 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	
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

6130	Graphentheorie	PN 412502
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Glock	
Dozent(in) Lecturer	Glock	
Sprache Language of instruction	Deutsch German	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60 + 30 Std. Präsenz, 90 + 90 Std. Eigenarbeitszeit	
ECTS Credits	9	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Lineare Algebra I, Analysis I, Einführung in die Stochastik	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Die Studierenden kennen tiefgehende Inhalte der Graphentheorie. Sie können grundlegende Sätze der Graphentheorie beweisen, sowie diese auf konkrete Fragestellungen anwenden.	
Inhalt Course content	Graphen als mathematische Modelle netzwerkartiger Strukturen (soziale Netzwerke, Straßennetze, Computernetzwerke, elektrische Schaltungen, chemische Moleküle) sind aus Naturwissenschaft und Technik heute nicht mehr wegzudenken. In	

	diesem Modul werden Graphen mathematisch abstrakt eingeführt und analysiert. Folgende Themen werden behandelt: Grundbegriffe, Zusammenhang (Satz von Menger), Bäume (Satz von Cayley), Paarungen (Sätze von Hall und Tutte), Hamiltonkreise (Satz von Dirac), Färbungen (Sätze von Brooks und Vizing), planare Graphen (Satz von Kuratowski); optional: Packungen, Extremale Graphentheorie, Zufallsgraphen.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Medienformen Media used	Tafel
Literatur Reading list	R. Diestel: Graphentheorie, Springer, 2017 D. West: Introduction to graph theory, Pearson, 2001

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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. Mathematik , B.Sc. Artifitial Intelligence	
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

6133	Combinatorial Number Theory	PN 455580
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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	4V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std Präsenz, 90 Std. Übungen + 90 Std Nacharbeitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours, 90 hours exercises + 90 hours 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 Lineare Algebra I+II, Analysis I+II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	Bachelor Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben Fachwissen über die kombinatorische Zahlentheorie. Sie kennen wichtige Definitionen, Theoreme und deren Beweise. —	

	The students acquire expertise on combinatorial number theory. 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. — The students have the ability to solve specific theoretical problems closely related to the lecture material. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden besitzen die Kompetenz, Lösungsstrategien für komplexe Fragestellungen der kombinatorischen Zahlentheorie zu entwickeln. — The students have the competence to develop strategies for solving complex problems from combinatorial number theory.
Inhalt Course content	▪ Ramseytheorie für arithmetische Progressionen ▪ Littlewood-Offord Theorie ▪ Diskrete Fourier-Analysis und Satz von Roth ▪ Struktur der Mengen- Addition und Mengen- Multiplikation ▪ Verteilung der Primzahlen — ▪ Ramsey theory for arithmetic progressions ▪ Littlewood-Offord theory ▪ Discrete Fourier Analysis and Roth's theorem ▪ Structure of set addition and set multiplication ▪ Distribution of prime numbers
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oral examination (30 minutes)
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur Reading list	T. Tao, V. Vu: Additive Combinatorics Y. Zhao: Graph Theory and Additive Combinatorics

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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. Internet Computing, B.Sc. AI	
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

6194	Spieltheorie	PN 405331
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sauer	
Dozent(in) Lecturer	Sauer	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
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	Analysis I + II, Lineare Algebra I + II	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	B.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Fragestellungen, Lösungsmethoden und zentralen Ergebnisse der Spieltheorie. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, die Argumente der Beweise nachzuvollziehen, gegebenenfalls weiterzuentwi-	

	ckeln und auf Probleme spieltheoretischer Natur anzuwenden. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden können mathematische Konzepte aus verschiedenen Bereichen für eine neuartige Problemstellung zusammenführen und in einem neuen Umfeld anwenden.
Inhalt Course content	Grundideen der Spieltheorie; Zweipersonen-Nullsummenspiele; Bestimmung optimaler gemischter Strategien; Verhandlungsspiele, Gleichgewichte und die Nutzenfrage; Mehrpersonenspiele
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Medienformen Media used	Präsentation mit Tafel und Beamer
Literatur Reading list	Sauer, Spieltheorie, Logos-Verlag

6205	Energy Informatics I	PN 405415
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	de Meer	
Dozent(in) Lecturer	de Meer	
Sprache Language of instruction	Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik"	
Lehrform/SWS Contact hours	2V + 2Ü	
Arbeitsaufwand Workload	60h Präsenz + 50h Übungslösungen + 70h für Vorlesungsthemen und Prüfungsvorbereitung 60 hours of presence + 50 hours for solution to exercises + 70 hours for lecture topics and exam preparation	
ECTS Credits	6	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Computer Networking, IT Security	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse Understanding of the relationship between IT and energy systems including resource utilization and fundamental methodologies, concepts, protocols and reference architectures used in the context of smart grids: ▪ Understanding the relationship and responsibilities of	

	actors in energy economics ▪ Studying and modelling of variable renewable energy sources, forecast and power flexibility ▪ Understanding of the main protocols and standards used for information gathering, data analysis and communication Fähigkeiten / Abilities Selecting and applying appropriate methods for modelling renewable energy sources and flexibility from e.g. battery storages or combined heat and power plants. Identification of the most important standards for the communication infrastructure of a smart grid. Application of software tools for grid monitoring, distributed smart grid control, and grid management. Kompetenzen / Competencies Classification of methods and techniques for modelling renewable energy sources and flexibility in the smart grid. Deep understanding of the communication architectures used for the smart grid: motives behind energy business actors and components, available standards, and pros and cons of different architectures and protocols for different applications in the smart grid.
Inhalt Course content	In this lecture, we focus upon what differentiates the smart grid from the "traditional"power grid as it has been known for the last century. Furthermore, we provide the students with a fundamental understanding of energy economics, smart grid architecture and a focus on the communication and networking sides. We will focus on the question how ICT can serve the energy system and how the different parts of the smart grid can be modelled appropriately. In this lecture, we discuss two main parts: First, we discuss the evolution of energy systems and their market actors. This includes challenges and solution approaches on integrating renewable energy sources in a smart grid using modelling of both energy sources and models for power flexibility, such as storage systems or electric vehicles. In the second part, we discuss different communication technologies that can be used in the context of the smart grid. Finally, we focus on several smart grid use cases for which a review of relevant communication standards is conducted. Thereby, relevant protocols are discussed in detail and are analyzed in terms of applicability, communication technology and IT-security.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	90-minütige Klausur oder 20-minütige mündliche Prüfung (auf Englisch). Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semes-

	ters bekannt gegeben. 90 minutes written or 20 minutes oral exam (in English). The students will be informed about the exact type of exam by the beginning of the semester.
Medienformen Media used	Präsentation mit Beamer, Tafel presentation on projector, blackboard
Literatur Reading list	Christian Neureiter. A Domain-Specific, Model Driven Engineering Approach for Systems Engineering in the Smart Grid. November 2017 Momoh, James. Smart grid: fundamentals of design and analysis. Vol. 63. John Wiley & Sons, 2012. Additional literature will be referenced in the lecture material.

6232	Prototyping & Programming	PN 405350
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Fraser, Kosch	
Dozent(in) Lecturer	Fraser, Kosch	
Sprache Language of instruction	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodul Informatik“	
Lehrform/SWS Contact hours	4Ü Blockveranstaltung	
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungen + Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + hrs independent study and exam preparation	
ECTS Credits	6	
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	Lehramt Informatik	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden entwerfen einen Prototypen als 3D-Modell am Computer, definieren Werkzeugwege und erstellen Schnittmuster für CNC-Maschinen. Der Prototyp wird anschließend gefertigt, zusammengebaut und mit einem Microcontroller als Steuerung/Regelung ausgestattet. Dabei werden die grundle-	

	genden Prinzipien des Messens, Steuerns und Regelns verwendet. Fähigkeiten / Abilities Die Teilnehmer erwerben die Fähigkeit Modellierung und Fertigung realer Gegenstände (bspw. Ersatzteile). Sie programmieren Microcontroller wie Arduino, RaspberryPi oder ESP8266 und lernen die programmiertechnischen Herausforderungen des hardwarenahen Programmierens eingebetteter Systeme zu bewältigen. Kompetenzen / Competencies Die Teilnehmer erwerben Kompetenzen auf hardware- sowie softwaretechnischer Ebene. Sie lernen auf typische Probleme in der CNC-Fertigung sowie Microcontrollerprogrammierung geeignet zu reagieren. Die Teilnehmer lernen begründet Entscheidungen im Rahmen der hardwarenahen Programmierung zu treffen.
Inhalt Course content	Studierende konstruieren und fertigen sowohl ein 2D-Modell als auch ein 3D-Modell. Dazu werden verschiedene additive als auch zerspanende Produktionsverfahren verwendet. Konkret stehen 3D-Drucker (Filament/Resin), CNC-Laser und CNC-Fräsen zur Verfügung. Anschließend werden die Bauteile zusammengesetzt und programmiert. Diskutiert werden reale Anwendungsfälle und sinnvolle Einsatzmöglichkeiten in Schule und Wirtschaft
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Portfolio-Prüfung basierend auf der Eignung, Implementierung, und Auswertungsmethodik der gewählten Methoden, den erzielten Ergebnissen, und der Präsentation der Projektergebnisse. Die Elemente des Portfolios sind: Der Quelltext inklusive Dokumentation, eine schriftliche Ausarbeitung zu den Projektergebnissen, Präsentationen der Projektergebnisse, sowie ein abschließendes Prüfungsgespräch (ca. 10 Minuten) mit jedem Teilnehmenden. Bei Teampräsentationen muss jeder Teilnehmende den Eigenanteil am Projekt darstellen. Zusätzlich werden die Eigenanteile in der Quelltextdokumentation und der Ausarbeitung schriftlich festgehalten. Details zur Bewertung werden zu Beginn der Lehrveranstaltung erläutert.
Medienformen Media used	Präsentation, Beamer, Werkstatt
Literatur Reading list	Wird vom Dozent/von der Dozentin bekannt gegeben.

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodul Informatik“	
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. Mathematik,B.Sc. AI	
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

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	Modulgruppe „Wahlpflichtmodule Informatik“
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. Mathematik, B.Sc. Internet Computing, B.Sc. Künstliche Intelligenz
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.

39100/39101 Betriebswirtschaftslehre I: Management und Unternehmensführung	PN 105602
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Wintersemester (Wiederholerübung im SS)
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Steinhuber
Dozent(in) Lecturer	Steinhuber
Sprache Language of instruction	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlfach Betriebswirtschaftslehre“
Lehrform/SWS Contact hours	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 70 Std. Übungen + 125 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 70 hrs exercises + 125 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	Unternehmensrechnung
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden erwerben neben grundlegenden Fach- und Methodenkenntnisse der Betriebswirtschaftslehre vor allem die Ziele, Aufgaben und Methoden des strategischen Managements. Fähigkeiten / Abilities

	Die Studierenden haben die Fähigkeit, die in der Praxis bedeutsamsten Instrumente der strategischen Planung und Strategieimplementierung sowie die zentralen qualitativ ausgerichteten Konzepte der Unternehmensführung nach situationaler Günstigkeit auszuwählen und anzuwenden. Kompetenzen / Competencies Die Teilnehmer der Veranstaltung erwerben Methodenkompetenz im Umgang mit den zentralen Konzepten der Unternehmensführung und deren Anwendung. Damit einher geht die Vermittlung von Führungs- und Sozialkompetenz, die zur Übernahme von Führungsaufgaben in Wirtschaft und Gesellschaft qualifizieren.
Inhalt Course content	1. Grundlagen der Unternehmensführung 2. Theorien der Unternehmensführung 3. Normative Unternehmensführung 4. Corporate Governance und Sustainability 5. Grundlagen strategischer Unternehmensführung 6. Strategische Analysen 7. Standortentscheidungen 8. Rechtsformentscheidungen 9. Organisation und Organisationstheorien 10.Personalführung
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Endklausur, 60 Minuten
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel, Webbasiertes Veranstaltungsskript
Literatur Reading list	Steinmann, H. Schreyögg, G.: Management, Grundlagen der Unternehmensführung, Konzepte, Funktionen, Fallstudien, Wiesbaden 2005 Vahs, D. Schäfer-Kunz J.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Stuttgart 2007 Schanz, G.: Organisationsgestaltung, München 2003 Bühner, R.: Betriebswirtschaftliche Organisationslehre, 10. bearb. Aufl., München, Wien, 2004

39103/39104 Betriebswirtschaftslehre II: Unternehmensrechnung PN 105601	
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Sommersemester (Wiederholung im WS)
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Steinhuber
Dozent(in) Lecturer	Steinhuber
Sprache Language of instruction	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlfach Betriebswirtschaftslehre“
Lehrform/SWS Contact hours	3V+2Ü Ab dem SS21 wird jeweils im Sommersemester (mit einer Wiederholerklausur im folgenden Wintersemester) weiterhin die Modulprüfung Unternehmensrechnung über 9 ECTS angeboten. Die Studierenden besuchen die reguläre Vorlesung Kostenrechnung (2 + 2 SWS). Sie schreiben aber nicht die Klausur mit. Zusätzlich wird eine Veranstaltung zu 2 SWS für die Studierenden des Moduls Unternehmensrechnung angeboten, in denen Grundlagen des Rechnungswesens vermittelt werden. Die Veranstaltung ist nur für die Studierenden im Modul Unternehmensrechnung geeignet und sonst nicht anrechenbar.
Arbeitsaufwand Workload	75 Std. Präsenz + 70 Std. Übungen + 125 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 70 hrs exercises + 125 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	Keine
Verwendbarkeit in weiteren	-

Studiengängen Applicability for other courses	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden kennen die Grundzüge des externen und internen Rechnungswesens von Unternehmen. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden beherrschen die Rechnungslegung nach handelsrechtlichen Grundsätzen. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden haben grundlegende Kompetenzen im betriebswirtschaftlichen Rechnungswesen und der Finanzbuchhaltung.
Inhalt Course content	Über die Vermittlung von Kenntnissen im externen Rechnungswesen soll zunächst der Nutzen von Bilanz- und Buchführungsdaten als rechtsbezogene betriebswirtschaftliche Entscheidungsgrundlage verschiedener Adressaten (Eigentümer, Gläubiger, Staat, usw.) verdeutlicht werden. Den Schwerpunkt bildet hierbei die Dokumentation von periodischen Veränderungen der Bilanzbestände im System doppelter Buchführung, ergänzt um ausgewählte Wert- und Bewertungsprobleme bei der Bilanzerstellung im Rahmen des deutschen Handelsrechts. Es schließt sich die Vermittlung zentraler Ansätze und Konzepte des internen Rechnungswesens an. Im Vordergrund steht hierbei die Entwicklung bzw. Erarbeitung spezieller Rechen- und Kalkulationstechniken als Folge von Informationsaufträgen bestimmter Rechnungszweige.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	120-minütige Klausur
Medienformen Media used	Präsentation und Beamer, Tafel, Webbasiertes Veranstaltungsskript
Literatur Reading list	Wedell, H.: Grundlagen des Rechnungswesens, Band 1, Buchführung und Jahresabschluss, 11., überarbeitete Aufl., Herne/Berlin 2006 Wedell, H.: Grundlagen des Rechnungswesens, Band 2, Kosten- und Leistungsrechnung, 9., überarbeitete Aufl., Herne/Berlin 2004 Bloech, J., Götze, U.: Investitionsrechnung. Methoden und Analysen zur Vorbereitung von Investitionsentscheidungen, 4. überarbeitete Auflage, Berlin u.a. 2004 Däumler, K.-D.: Grundlagen der Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung, 9., überarbeitete und erweiterte Auflage, Herne/Berlin 1990

90595/90596	FFA Aufbaustufenmodul 1	PN 542001
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester **Hinweis:** Vorlesungsnummer wechselt je nach Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sprachenzentrum	
Dozent(in) Lecturer	Lektor/Lektorin des Sprachenzentrums	
Sprache Language of instruction	Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodul zur Fachspezifischen Fremdsprachenausbildung und Schlüsselqualifikationen"	
Lehrform/SWS Contact hours	2 SWS/Sprachübung	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz, Präsentationen, Rollenspiele, 60 Std. Vor- und Nachbereitung	
ECTS Credits	3	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Er/Sie versteht den wesentlichen Inhalt allgemeinsprachlicher und berufsbezogener Hörtexte mit Bezug zu Themen der Informatik, z.B. Reden, Vorträge und Vorlesungen. Er/Sie kann sich mündlich zu einer Vielfalt fachlicher Themen angemessen äußern und an entsprechenden Gesprächen aktiv	

	beteiligen, wobei er/sie auch zu einem gewissen Grad komplexe Satzstrukturen und fachspezifisches Vokabular benutzt. Kompetenzerwerb: Die Studierenden verbessern ihr Englisch durch Konversation, Diskussionen und weitere Sprachübungen über studien- und berufsspezifische Themen, z.B. die Rolle des Internets in China oder den Einsatz von IT-Technologien in Studium und Berufsleben. Fähigkeiten: Die Studierenden lernen, wie man eine gute Präsentation zusammenstellt und überzeugend vorträgt; durch Rollenspiele lernen sie, in wechselnden, auch interkulturellen Kontexten wirksam in der Fremdsprache zu kommunizieren, und durch die Arbeit mit Audio- und Videomaterialien erweitern sie ihr fachspezifisches Vokabular und verbessern ihr Hörverstehen. Kompetenzen: soziale, analytische, sprachlich-kommunikative und interkulturelle Kompetenz.
Inhalt Course content	Jeder/e Studierende hält eine fachbezogene Präsentation vor seinen/ihren Kommilitonen zum Thema des Tages (Länge 15-20 Min.). Jeder/e Studierende hält eine kleine Präsentation (Reportage) über neueste Entwicklungen im Bereich IT-/Computer-/MedienTechnologie (Länge 5-10 Min.). Fachbezogene Themengebiete werden in Kleingruppen diskutiert, wobei sowohl der Dozent/die Dozentin als auch Studierende die Rolle eines Moderators einnehmen können. Rollenspiele und Audio-/Videomaterialien werden eingesetzt, um das jeweilige Thema besser zu erklären und Diskussionen vorzubereiten und zu begleiten.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	45-minütige Klausur zum Hörverständnis und zur Sprechfertigkeit am Ende des Semesters
Medienformen Media used	Multimediaanwendungen, z.B. Internet, Video- und Audiomaterialien.
Literatur Reading list	Keine

90596/90597	FFA Aufbaustufenmodul 2	PN 542002/ 542003
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester **Hinweis:** Vorlesungsnummer wechselt je nach Semester	
Moduldauer Module duration	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Sprachenzentrum	
Dozent(in) Lecturer	Lektor/Lektorin des Sprachenzentrums	
Sprache Language of instruction	Englisch	
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodul zur Fachspezifischen Fremdsprachenausbildung und Schlüsselqualifikationen“	
Lehrform/SWS Contact hours	2 SWS/Sprachübung	
Arbeitsaufwand Workload	30 Std. Präsenz, Präsentationen, Rollenspiele, 60 Std. Vor- und Nachbereitung	
ECTS Credits	3	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen Applicability for other courses	-	
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Er/Sie versteht den wesentlichen Inhalt allgemeinsprachlicher und berufsbezogener Hörtexte mit Bezug zu Themen der Informatik, z.B. Reden, Vorträge und Vorlesungen. Er/Sie kann sich mündlich zu einer Vielfalt fachlicher Themen	

	angemessen äußern und an entsprechenden Gesprächen aktiv beteiligen, wobei er/sie auch zu einem gewissen Grad komplexe Satzstrukturen und fachspezifisches Vokabular benutzt. Kompetenzerwerb: Die Studierenden verbessern ihr Englisch durch Konversation, Diskussionen und weitere Sprachübungen über studien- und berufsspezifische Themen, z.B. die Rolle des Internets in China oder den Einsatz von IT-Technologien in Studium und Berufsleben. Fähigkeiten: Die Studierenden lernen, wie man eine gute Präsentation zusammenstellt und überzeugend vorträgt; durch Rollenspiele lernen sie, in wechselnden, auch interkulturellen Kontexten wirksam in der Fremdsprache zu kommunizieren, und durch die Arbeit mit Audio- und Videomaterialien erweitern sie ihr fachspezifisches Vokabular und verbessern ihr Hörverstehen. Kompetenzen: soziale, analytische, sprachlich-kommunikative und interkulturelle Kompetenz.
Inhalt Course content	Jeder/e Studierende hält eine fachbezogene Präsentation vor seinen/ihren Kommilitonen zum Thema des Tages (Länge 15-20 Min.). Jeder/e Studierende hält eine kleine Präsentation (Reportage) über neueste Entwicklungen im Bereich IT-/Computer-/Medien- Technologie (Länge 5-10 Min.). Fachbezogene Themengebiete werden in Kleingruppen diskutiert, wobei der Dozent/die Dozentin/die Dozentin als auch Studierende die Rolle eines Moderators einnehmen können. Rollenspiele und Audio-/Videomaterialien werden eingesetzt, um das jeweilige Thema besser zu erklären und Diskussionen vorzubereiten und zu begleiten.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	45-minütige Klausur zum Hörverständnis und zur Sprechfertigkeit am Ende des Semesters; mündliche Gruppenprüfung mit insgesamt max. 3 Kandidaten bzw. Kandidatinnen (ca. 15. Min. je Kandidat bzw. Kandidatin)
Medienformen Media used	Multimediaanwendungen, z.B. Internet, Video- und Audiomaterialien.
Literatur Reading list	Keine

Bachelorarbeit Informatik	**PN 409900**
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Alle Dozierende
Dozent(in) Lecturer	Alle Dozierende
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module „SEP, Seminar und Präsentation, Bachelorarbeit“
Lehrform/SWS Contact hours	-
Arbeitsaufwand Workload	360 Std. selbstständige Arbeitsleistung
ECTS Credits	12
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Siehe §20 AStuPO: 1. die Immatrikulation als Studierende oder Studierender des Bachelor-Studiengangs Informatik; 2. der Nachweis des Erwerbs von mindestens 120 ECTS-Leistungspunkten im Studiengang
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Wahlpflicht Informatik und SE Praktikum für Informatik, sowie der Besuch einer begleitenden Veranstaltung (z.B. Kolloquium, Arbeitsgemeinschaft) oder eines Kurses, der die allgemeinen Grundlagen des Verfassens von Abschlussarbeiten vermittelt (z.B. „Kreatives Schreiben und professionelles Erstellen von Abschlussarbeiten“ beim ZfS)
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Fähigkeit der/des Studierenden, innerhalb einer bestimmten Frist eine komplexere Problemstellung unter Anleitung selbstständig zu lösen. Dabei sollen sowohl theoretische als auch praktische Kenntnisse, die während des Studiums erworben wurden, eingebracht werden.

Inhalt Course content	In Absprache mit dem Betreuer, nach Möglichkeit innerhalb eines aktuelleren Forschungsgebietes der Informatik
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Schriftliche Arbeit (Bearbeitungsdauer maximal 3 Monate)
Medienformen Media used	-
Literatur Reading list	Je nach Thema

Präsentation der Bachelorarbeit Informatik	**PN 408999**
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Alle Dozierende
Dozent(in) Lecturer	Alle Dozierende
Sprache Language of instruction	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Module „SEP, Seminar und Präsentation, Bachelorarbeit“
Lehrform/SWS Contact hours	-
Arbeitsaufwand Workload	90 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung (+Präsenz)
ECTS Credits	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Siehe Voraussetzungen Bachelor-Arbeit Informatik
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
Inhalt Course content	Darstellung der in der Arbeit erworbenen Erkenntnisse sowie kurze Diskussion
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Präsentation (ca. 20 Minuten bis ca. 45 Minuten); die genaue Prüfungsdauer wird vom Prüfer bzw. der Prüferin vorher bekannt gegeben

Medienformen Media used	Beamer, Tafel, Overheadprojektor
Literatur Reading list	Je nach Thema

Praktikum für Informatik	**PN 407680**
Häufigkeit des Modulangebots Frequency of course offering	Jedes Semester
Moduldauer Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) Module convenor	Alle Dozierende
Dozent(in) Lecturer	Alle Dozierende
Sprache Language of instruction	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum Curriculum	Modulgruppe „Wahlpflichtmodul zur Fachspezifischen Fremdsprachenausbildung und Schlüsselqualifikationen“
Lehrform/SWS Contact hours	Praktikum
Arbeitsaufwand Workload	Mindestens 6 Wochen in Vollzeit (40h/Woche) = 240 Stunden, davon mindestens 50% (120 Stunden) studiumsrelevante Inhalte
ECTS Credits	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study and examination regulations	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse Recommended skills	Grundlagen der Informatik, Programmierung I+II
Angestrebte Lernergebnisse Learning outcomes	Kenntnisse / Skills/Knowledge Die Studierenden lernen unter der wissenschaftlichen Betreuung durch einen Hochschullehrer oder eine Hochschullehrerin den beruflichen Alltag in einem typischen Berufsfeld ihres Studienfachs kennen und erwerben Kenntnisse über die Tätigkeiten und Anforderungen. Darüber hinaus sollen auch betriebliche Zusammenhänge und Aspekte von Mitarbeiterführung und Management kennen gelernt werden. Fähigkeiten / Abilities Die Studierenden können im beruflichen Umfeld die im Studium erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen

	anwenden. Kompetenzen / Competencies Die Studierenden erwerben die Kompetenz, im beruflichen Umfeld zielgerichtet und im Team tätig zu sein. Sie kennen den Unterschied zwischen Studium und Praxis.
Inhalt Course content	Eine Praktikumstätigkeit in einem Wirtschaftsunternehmen, einer außeruniversitären öffentlichen Verwaltungseinrichtung oder einer gemeinnützigen Organisation, die in einem engen Bezug zum späteren Berufsfeld und den Tätigkeitsanforderungen für Absolventen des Studiengangs steht. Das Praktikum wird gemäß den folgenden Richtlinien durchgeführt: ▪ Das Praktikum umfasst mindestens 240 Stunden (= mind. 6 Wochen in Vollzeitarbeit), längere Praktika sind möglich, die Mehrzeit wird aber nicht als Studienleistung angerechnet. ▪ Für Praktika eignen sich alle Betriebe und Einrichtungen im Bereich zukünftiger Berufsfelder für Absolventen des jeweiligen Studiengangs, sowie Tätigkeiten, bei denen die Anwendung von im Studium zu erwerbenden Kompetenzen auf Hochschulniveau nötig ist. Grundsätzlich nicht anerkannt werden Praktika, bei denen Tätigkeiten ausgeübt wurden, in denen Kompetenzen des Studiengangs keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt, etwa reine Büro- oder Verwaltungstätigkeiten. ▪ Das Praktikum wird von einem Hochschullehrer oder einer Hochschullehrerin des entsprechenden Fachbereichs wissenschaftlich betreut, der als Prüfer oder die als Prüferin im Studiengang bestellt ist. ▪ Die Studierenden suchen für sie geeignete Praktika und beteiligen sich an der Organisation des Praktikums. Der betreuende Hochschullehrer oder die betreuende Hochschullehrerin kann die Studierenden bei der Suche unterstützen und berät gegebenenfalls die Studierenden fachlich während der Durchführung des Praktikums. ▪ Ein Praktikum kann entweder in einem Block oder in mehreren Abschnitten durchgeführt werden. Jeder Abschnitt des Praktikums ist dem oder der Modulverantwortlichen zur Kenntnis zu bringen. Die Information des oder der Modulverantwortlichen soll rechtzeitig schriftlich unter Angabe des Betreuers oder der Betreuerin, des Betriebs sowie der Art und Dauer der vorgesehenen Tätigkeit erfolgen. ▪ Spätestens zwei Monate nach Abschluss des Praktikums sind dem betreuenden Hochschullehrer oder der betreuenden Hochschullehrerin qualifizierende Zeugnisse über

	die Tätigkeit und ein Praktikumsbericht vorzulegen. Der betreuende Hochschullehrer oder die betreuende Hochschullehrerin beurteilt unter Verwendung dieser Unterlagen und eines Prüfungsgesprächs die erfolgreiche Durchführung des Praktikums.
Studien-/Prüfungsleistungen Assessment	Praktikumsbericht und Prüfungsgespräch (ca. 20 min), unbenotet Formular zum Antrag auf Anerkennung Organisatorische Richtlinien für die Annahme, Betreuung und Abnahme von Praktika
Medienformen Media used	-
Literatur Reading list	-