

Modulhandbuch für den Masterstudiengang Artificial Intelligence Engineering

Module Descriptions for the M.Sc. Degree Programme in Artificial Intelligence Engineering

**Inklusive der Beschlüsse des Prüfungsausschusses der Fakultät für Informatik und Mathematik der Universität Passau am 11. Mai 2022
Contains all decisions of the Board of Examiners of the Faculty of Computer Science and Mathematics of the University of Passau taken up to 11 May 2022**

Stand: 23. Mai 2022

Last revised: 23 May 2022

Overview of the course programme/Modulübersicht des Masterstudiengangs „Artificial Intelligence Engineering“

Module Group “Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling“ (AEMM)

Module	Exam. Number	Contact Hours	ECTS Points	Professor	English/German
Computational Logic	455357	3V+2UE	7	Kreuzer	English
Parameterized Algorithms	455373	2V+1UE	5	Rutter	English
Stochastic Simulation	451017	3V+1UE	7	Müller-Gronbach	English/German
Randomised Algorithms	455388	3V+2UE	7	Sudholt	English
Partial Differential Equations	405167	3V+2UE	7	Wirth	English
Mathematical Logic	455362	4V+2UE	9	Kaiser	English
Complex Dynamical Networks	471515	2V+1UE	5	Wirth	English
Markov Chain Monte Carlo	482521	3V+1UE	7	Rudolf	English/German
Classical Limit Theorems & Large deviations	451019	4V+2UE	9	Prochno	English/German
Machine Learning, Control and Optimization	455398	4V+2UE	9	Schönlein / Wirth	English/German
Theory of Randomised Search Heuristics	455390	3V+2Ü	7	Sudholt	English/German
Numerik der Polynom- und rationalen Approximation	485383	2V+1Ü	5	Forster-Heinlein	English/German
Efficient Algorithms	455366	3V+2Ü	7	Rutter	English/German

Module Group “Artificial Intelligence Methods“ (AIM)

Module	Exam. Number	Contact Hours	ECTS Points	Professor	English/German
Foundations of Machine Learning	405224	4V+2UE	9	Sauer	English
Data Science Lab	482604	4UE	6	Granitzer	English
Machine Learning Lab	455382	4UE	6	Granitzer	English
Advanced Topics in Data Science	482603	2V+1UE	5	Granitzer	English
Advanced Imaging	454020	2V+2UE	6	Sauer	English
Introduction to Deep Learning	471616	2V+2UE	6	Lemmerich	English
Markov Chain Monte Carlo	482521	3V+1UE	7	Rudolf	English/German
Responsible Machine Learning	471616	2V+2UE	6	Lemmerich	English

Module Group “Artificial Intelligence Systems Engineering“ (AISE)

Module	Exam. Number	Contact Hours	ECTS Points	Professor	English/German
Programming Applications for Mobile Interaction	405026	3V+2UE	7	Kranz	English/German
Advanced IT Security	405390	3V+1UE	6	Posegga	English
Search-Based Software Engineering	455378	2V+2UE	6	Fraser	English
Scalling Database Systems	451016	2V+2UE	6	Scherzinger	English
Software Analyse	455368	2V+2UE	6	Fraser	English
Security of Computer and Embedded Systems	455385	2V+1UE	5	Kavun	English
Digital Healthcare	455409	2V+2UE	6	Kranz	English/German
Exemplary & Effective Programming	413152	4SWS	6	Abbott	English

Module Group “Artificial Intelligence Applications“ (AIA)

Module	Exam. Number	Contact Hours	ECTS Points	Professor	English/German
Foundations of Energy Systems	455361	2V+2UE	6	de Meer	English
Energy Informatics	455338	2V+2UE	6	de Meer	English
Multimedia Databases	405031	3V+2UE	7	Kosch	English
Network Science	482601	2V+1UE	5	Granitzer	English
Text Mining	405024	3V+2UE	7	Mitrovic	English
Topics in Applied Econometrics	271030	2V+2UE	5	Haupt	English
Computational Statistics – Regression in R	261170	2V	3	Haupt	English
Computational Statistics – Statistical Learning	261001	2V	3	Haupt	English
Econometric Methods	261120	2V+2UE	5	Haupt	German
Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems	266193	2V+2UE	5	Otto	English
Practical Course: Advanced Topics in Management Science	266502	2UE	3	Otto	English
Artificial Intelligence in Finance	262502	2V+2UE	5	Kellner	English
Deep Learning and Text Anaysis in Finance	262503	2V+2UE	5	Kellner	English
Applied Artificial Intelligence Lab	471615	4UE	6	Lemmerich	English
Computational Linguistics	455396	2V+2UE	6	Hautli-Janisz	English
Applied Machine Learning in Finance	262107	2V+2UE	5	Kellner	English
Cooperative Autonomus Vehicles	455393	2V+2UE	6	Vinel	English

Module Group “Cross-Cutting Concerns“ (CCC)

Module	Exam. Number	Contact Hours	ECTS Points	Professor	English/German
Privacy-Preservation Technologies in Information Systems	472215	2V+1UE	5	Kosch	English
IT Security Law	222431	2V	5	Hartl	German
Data Protection Law and Data Security	861001	2V	5	Hennemann	German
Organizational and Competitive Strategy	264190	2V+2UE	5	Häussler	English
Strategy for High-Tech Startups	264509	2V+2UE	5	Häussler	English
Advanced Strategic Sensitivity and Digitalization	264507	2V+2UE	5	König	English
Fundamentals of Digitalization and Digital Trends	266700	2V	5	König	English
Consequences of Digitalisation for Society	472213	2V/2S	5	Schmid-Petri	German

Module Group “Research Seminars“ (RS)

Module	Exam. Number	Contact Hours	ECTS Points	Professor	English/German
Research Seminar I	472311	2S	5	All professorships	English/German
Research Seminar II	472312	2S	5	All professorships	English/German

Compulsory/Core Modules

Module	Exam. Number	Contact Hours	ECTS Points	Professor	English/German
Compulsory Seminar	470011	2S	5	All professorships	English/German
Introduction to AI Engineering	470013	2V+1UE	5	Lemmerich	English
Master’s Thesis Presentation	478999	n/a	3	All professorships	English/German
Master’s Thesis	499900	n/a	27	All professorships	English/German

Hinweise:

Für das Bestehen der Masterprüfung gemäß § 9 Abs. 2 AStuPO sind nach § 6 Satz 1 FStuPO folgende Pflicht- und Wahlpflichtmodule zu absolvieren und insgesamt **mindestens 120 ECTS-Leistungspunkte** zu erwerben:

- i. Die **Pflichtmodule** gemäß obiger Liste,
- ii. aus den Modulgruppen **AEMM, AIM, AISE, AIA, CCC** Module im Umfang von **mindestens 70 ECTS-Leistungspunkten**, davon
- iii. **mindestens 55 ECTS-Leistungspunkte** aus den Modulgruppen **AEMM, AIM, AISE, AIA**,
- iv. **jeweils mindestens 10 ECTS-Leistungspunkte** aus den Modulgruppen **AIM, AISE, AIA** und
- v. **mindestens 5 ECTS-Leistungspunkte** aus der Modulgruppe **CCC**.

Note:

For passing the Master's examination (see AStuPO § 9 paragraph 2 and FStuPO § 6 sentence 1) the following compulsory and compulsory elective modules must be passed and **in total at least 120 credit points** must be achieved:

- i. The **compulsory modules** (see list above),
- ii. modules from the focus areas **AEMM, AIM, AISE, AIA, CCC** amounting to **at least 70 credit points** in total, thereof
- iii. **at least 55 ECTS credit points** from the focus areas **AEMM, AIM, AISE, AIA** in total,
- iv. **at least 10 ECTS credit points each** from the focus areas **AIM, AISE, AIA** and
- v. **at least 5 ECTS credit points** from the focus area **CCC**.

Für Übersichtslisten zur Anrechenbarkeit und Modulgruppenzuordnung siehe

www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/

For reference tables see

www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers/

Inhaltsverzeichnis / Table of Contents (arranged by course code):

Inhaltsverzeichnis / Table of Contents (arranged by course code):		6
Abkürzungsverzeichnis und Wörterbuch / List of abbreviations and dictionary:		8
5600 Effiziente Algorithmen / Efficient Algorithms	(PN 455366)	10
5670 Computational Logic	(PN 455357)	13
5713 Parametrisierte Algorithmen	(PN 455373) Parameterized Algorithms	15
5721 Foundations of Energy Systems	(PN 455361)	17
5727 Energy Informatics	(PN 455338)	19
5734 Mathematical Foundations of Machine Learning	(PN 405224)	21
5771 Multimedia Databases	(PN 405031)	23
5777 Privacy-Preservation Technologies in Information Systems	(PN 472215)	26
5807 Programming Applications for Mobile Interaction	(PN 405026)	30
5812 Stochastische Simulation	(PN 451017) Stochastic Simulation	34
5820 Advanced IT Security	(PN 405390)	36
5843 Software-Analyse	(PN 455368) Software Analysis	39
5845 Search-Based Software Engineering	(PN 455378)	41
5874 IT-Sicherheitsrecht	(PN 222431) IT Security Law	43
5942 Network Science	(PN 482601)	45
5943 Data Science Lab	(PN 482604)	47
5944 Machine Learning Lab	(PN 455382)	49
5945 Advanced Topics in Data Science	(PN 482603)	51
5951 Theory of Randomised Search Heuristics	(PN 455390)	53
5952 Randomisierte Algorithmen	(PN 455388) Randomised Algorithms	56
5960 Partielle Differentialgleichungen	(PN 405167) Partial Differential Equations	58
5970 Scaling Database Systems	(PN 451016)	60
5980 Text Mining	(PN 405024)	62
5994 Numerik der Polynom- und rationalen Approximation	(PN 485383)	64
5995 Advanced Imaging	(PN 454020)	66
6020 Mathematical Logic	(PN 455362)	68
6047 Digital Healthcare	(PN 455409)	70
6061 Introduction to Deep Learning	(PN 471616)	73
6062 Introduction to AI Engineering	(PN 470013)	75
6063 Applied Artificial Intelligence Lab	(PN 471615)	77
6064 Responsible Machine Learning	(PN 471616)	79
6070 Markov Chain Monte Carlo	(PN 482521) Markov Chain Monte Carlo	81
6080 Computational Linguistics	(PN 455396)	83
6090 Security of Computer and Embedded Systems	(PN 455385)	85
6100 Maschinelles Lernen, Regelung und Optimierung Machine Learning, Control and Optimization	(PN 455398)	89
6101 Complex Dynamic Networks	(PN 471515)	91

6111 Classical Limit Theorems & Large deviations	(PN 451019)	93
6140 Exemplary & Effective Programming (in C++ with CoCoALib)	(PN 413152)	96
6160 Cooperative Autonomous Vehicles	(PN 455393)	99
25940 Recht des Datenschutzes und der Datensicherheit Data Protection Law and Data Security	(PN 861001)	101
32820 Organizational and Competitive Strategy	(PN 264190)	103
32900 Strategy for High-Tech Startups	(PN 264509)	105
35550 Topics in Applied Econometrics	(PN 271030)	107
35621 Computational Statistics – Regression in R	(PN 261170)	108
35622 Computational Statistics – Statistical Learning	(PN 261001)	110
35777 Econometric Methods	(PN 261120)	112
38608 Advanced Strategic Sensitivity and Digitalization	(PN 264507)	114
38609 Fundamentals of Digitalization and Digital Trends	(PN 266700)	116
39734 Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems	(PN 266193)	118
39745 Practical Course: Advanced Topics in Management Science	(PN 266502)	120
39908 Applied Machine Learning in Finance	(PN 262107)	122
39910 Artificial Intelligence in Finance	(PN 262502)	125
39915 Deep Learning and Text Analysis in Finance	(PN 262503)	127
48212 Folgen der Digitalisierung für die Gesellschaft - Consequences of Digitalisation for Society	(PN 472213)	129
Research Seminar I+II	(PN 472311, 472312)	131
Compulsory Seminar	(PN 470011)	133
Presentation of the Master's Thesis in Artificial Intelligence Engineering	(PN 478999)	135
Master's Thesis in Artificial Intelligence Engineering	(PN 499900)	137

Abkürzungsverzeichnis und Wörterbuch / List of abbreviations and dictionary:

Abkürzung / Abbreviation	Deutsch	English
AllgBer	Allgemeiner Bereich	General Area
AlgMath	Algorithmik und Mathematische Modellierung	Algorithmics and Mathematical Modeling
B.Sc.	Bachelor of Science	Bachelor of Science
IC	Internet Computing	Internet Computing
Inf.	Informatik	Computer Science
InfKomm	Informations- und Kommunikationssysteme	Information and Communication Systems
ITS	Intelligente Technische Systeme	Intelligent Technical Systems
IT-SecRel	IT Security and Reliability	IT Security and Reliability
M.Sc.	Master of Science	Master of Science
P	Praktikum	Lab/practicum
Pf	Pflichtfach	Compulsory course
PN	Prüfungsnummer	Examination number
PO	Prüfungsordnung	Examination regulations
ProgSoft	Programmierung und Softwaresysteme	Programming and Software Systems
Sem.	Semester	Semester
SP	Schwerpunkt	Focus / Module Group
Ü	Übung	Exercise/Tutorial
V	Vorlesung	Lecture
Wahl	Wahlmodul	Elective (module)
WPf	Wahlpflichtmodul	Compulsory elective (module)

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.

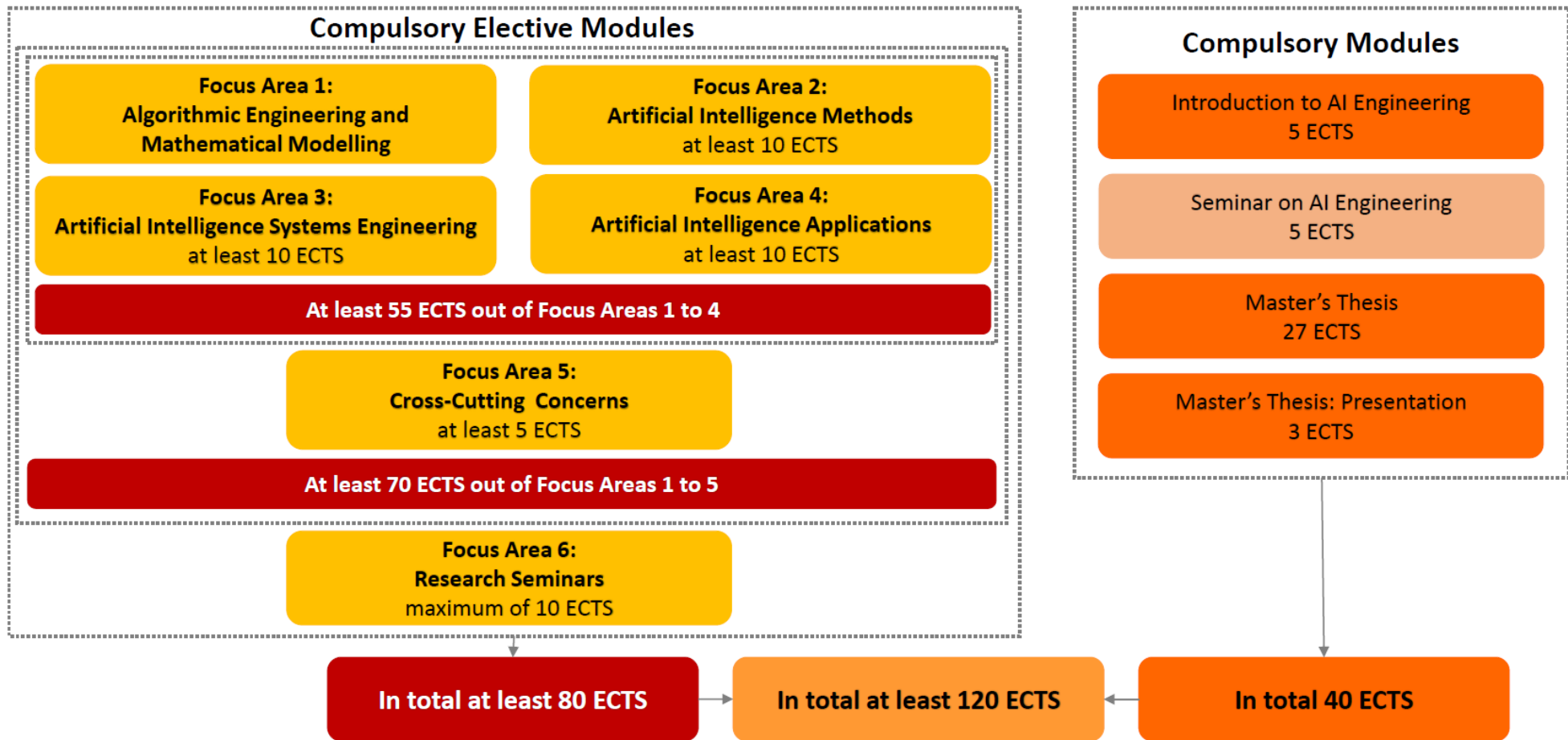
Remark: If at least one non-German speaker attends and the language of instruction is stated as “German or English“ the language of instruction will be English as a rule.

Für Übersichtslisten zur Anrechenbarkeit und Modulgruppenzuordnung siehe

<http://www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/>

For reference tables, please go to

<http://www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers/>



Note ASTuPO § 9 paragraph 3 sentence 1) and 2)

¹ By the end of the first semester, proof of successful completion of module examinations totaling at least 20 ECTS credits must be submitted.

² If this requirement is not met, a total of at least 30 ECTS credits must be demonstrated by the end of the second semester at the latest.

Modulbezeichnung / Module title:	5600 Effiziente Algorithmen / Efficient Algorithms (PN 455366)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Rutter
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 60 Std., Übungen 45 Std., Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 105 Std. / 60 contact hours, 45 hrs exercises, 105 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & 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:	Master Informatik / Master Computer Science Master Computational Mathematics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u></p> <p>Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis algorithmischer Entwurfs- und Analysetechniken. Sie kennen weiterführende Algorithmen und Datenstrukturen und deren Eigenschaften.</p> <p>/</p> <p>The students acquire a systematic understanding of algorithmic design and analysis principles. They know advanced algorithms and data structures and their properties.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u></p> <p>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.</p> <p>/</p>

	<p>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.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz für gegebene Problemstellungen geeignete Entwurfs- und Analysetechniken auszuwählen und sie zu nutzen um eigene Algorithmen zu entwerfen, diese zu analysieren und ihre Eigenschaften nachzuweisen.</p> <p>/</p> <p>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.</p>
Inhalt / Course content:	<p>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.</p> <p>/</p> <p>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, modelling 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.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Zwei Teilleistungen:</p> <p>Teilleistung 1 (80%):</p> <p>Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) oder Klausur (ca. 90 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>Teilleistung 2 (20%):</p> <p>Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein Thema der Algorithmik</p> <p>Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>/</p> <p>Examination in two parts:</p> <p>Part 1 (80%):</p> <p>Oral exam (about 25 minuts) or written exam (90 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p> <p>Part 2 (20%):</p> <p>Written work (up to 10 pages) on an Algorithms subject.</p>

	To pass the examination, both parts have to be passed.
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Tafel und Beamer / Presentation with a projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms Korte, Vygen: Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms

Modulbezeichnung / Module title:	5670 Computational Logic (PN 455357)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Mindestens jedes 2. Sommersemester At least every other summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 65 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 65 hours exercises + 70 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I Linear Algebra I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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. Students know the structure and the application of logical systems. They are familiar with important logical systems and the associated calculi. Furthermore, they know the important methods of proof for logical issues.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden sind in der Lage, logische Fragestellungen im Rahmen eines geeigneten logischen Systems zu modellieren. Sie können die erzeugten logischen Formeln mit Hilfe geeigneter Kalküle auf Erfüllbarkeit testen. Sie sind ebenfalls fähig, einfache Beweise zu Fragestellungen der mathematischen Logik selbstständig zu führen. The students are able to model logical issues in the context of a suitable logical system. You can test the generated logical formulas using appropriate calculations to satisfiability. You are also able to perform simple proofs independently on issues of mathematical logic.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres</p>

	<p>Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbst-reflexive und Entwicklungskompetenzen im interdisziplinären Bereich zwischen der Mathematik und der Informatik.</p> <p>Students acquire evaluative skills in relation to the link between the theoretical contents their studies with practical problems, organizational skills in relation to their time and work management, and self-reflexive and development expertise in the interdisciplinary area between mathematics and Computer Science.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Basierend auf einer grundlegenden Einführung der strukturlogischen 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 Tableauekalkül besprochen. Ferner wird der Bezug dieser Algorithmen zu konkreten Implementierungen und Logik-Compilern wie PROLOG hergestellt. In den Übungen wird großer Wert daraufgelegt, dass die Studierenden lernen konkrete, anwendungsbezogene Probleme in geeigneten logischen Systemen zu modellieren. Ferner werden die besprochenen Beweissysteme an konkreten Beispielen eingeübt.</p> <p>Based on a basic introduction to the structure of logical systems, in particular the discussion of the meanings of the terms syntax, semantics and calculus (or proof system), important classical and modern logical systems are discussed, such as propositional logic, predicate logic, modal logic and temporal logic. Besides the discussion of the syntax and semantics of these logical systems calculi, also important themes such as the Resolventenkalkül, the Marking algorithm or the tableau calculus are discussed. Furthermore, the relation of these algorithms is made to concrete implementations and logic compilers such as PROLOG. In the exercises, great emphasis is placed on ensuring that students are taught how to model specific application-related problems in suitable logical systems. Furthermore, the evidence discussed systems are practiced on concrete examples.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur 90-minute written exam</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>z. B. M. Kreuzer und S. Kühling, Logik für Informatiker, Pearson, München 2006</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5713 Parametrisierte Algorithmen (PN 455373) Parameterized Algorithms
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Rutter
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 55 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hours exercises + 55 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe der parametrisierten Algorithmen und der zugehörigen Komplexitätstheorie. Sie kennen zudem verschiedene Entwurfstechniken zur Konstruktion parametrisierter Algorithmen. The students know the fundamental notions of parameterized algorithms and complexity. They know several techniques for the design of parameterized algorithms.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden können die in der Vorlesung vorgestellten Verfahren exemplarisch ausführen, deren Funktionsweise erläutern und sie analysieren. The students can apply the algorithms presented in the lecture on examples, can explain the way they work and are able to analyze them.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden besitzen die Kompetenz die in der Vorlesung vorgestellten Techniken einzusetzen, um parametrisierte Algorithmen zu entwerfen. Sie sind in der Lage diese zu bewerten und unter mehreren Alternativen die passendste</p>

	<p>Technik und Parametrisierung für ein gegebenes Problem auszuwählen.</p> <p>The students have the competence to use the techniques presented in the lecture to construct parameterized algorithms. They are able to choose and evaluate the most fitting techniques and parametrization for a given problem.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Grundlagen parametrisierter Komplexitätstheorie, Entwurfstechniken für parametrisierte Algorithmen, z.B. Kernbildung, beschränkte Suchbäume, iterative Kompression, Baumweite und andere Graphparameter sowie untere Schranken.</p> <p>Foundations of parameterized complexity, algorithmic techniques for parameterized algorithms, e.g., kernelization, bounded search trees, iterative compression, treewidth and other graph parameter, and lower bounds.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>Oral exam of about 25 minutes. The exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer</p> <p>Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>M. Cygan, F.V. Fomin, L. Kowalik, D. Lokshantov, D. Marx, M. Philipczuk, M. Philipczuk, S. Saurabh, Parameterized Algorithms, Springer, 2015</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5721 Foundations of Energy Systems (PN 455361)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	De Meer
Dozent(in) / Lecturer:	De Meer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Rechnernetze
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden lernen aktuelle und zukünftige Konzepte der Kommunikation zwischen Rechnern und anderen Elementen kennen. Sie erhalten Kenntnisse über den Aufbau und den praktischen Einsatz von Sensornetzwerken, Virtualisierung und den Smart Grid, sowie der praktischen Bedeutung und Umsetzung von Energieeffizienz. Students learn about current and future concepts of communication between computers and other elements. They will gain knowledge of the structure and practical application of sensor networks, virtualization, and the Smart Grid as well as the practical importance and implementation of energy efficiency.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden entwickeln Fertigkeiten im Design und im Entwurf der Architektur und Analysemethoden bei oben genannten Formen der Netzwerke. Sie erhalten die Fähigkeit die Veränderungen und Weiterentwicklungen, die mit dem Internet geschehen zu verstehen und auf Sensornetze und den Smart Grid etc. anzuwenden. Insbesondere wird die Fähigkeit zur Bestimmung erforderlicher Parameter erlangt. Students will develop skills designing architecture and analysis methods in the above types of networks. They will gain the</p>

	<p>ability to understand the changes and developments undergone by the Internet and apply these to sensor networks and the Smart Grid, among other things. In particular, they will be able to determine the required parameters.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden sind in der Lage, an Hand der Anforderungen selbstständig den Aufbau von aktuellen und zukünftigen heterogenen Netzwerken nachzuvollziehen und neue Netzwerke zu konzipieren. Im Rahmen von Studienprojekten wird die Kompetenz zur praktischen und theoretischen Forschungsarbeit erlangt sowie zu dieser eigene wissenschaftliche Beiträge zu verfassen.</p> <p>The students will be able to independently understand – with reference to the given requirements – the structure of current and future heterogeneous networks, and design new networks. As part of study projects, practical and theoretical research expertise will be acquired and used in scientific papers.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Diese Vorlesung schließt an „Rechnernetze“ an und vertieft das Wissen über die Vernetzung von Rechnern und dem Umgang mit einem Netz von heterogenen Netzen, sowie dessen Beherrschung. Es wird in die Themen Energieeffizienz, Sensornetzwerke, Virtualisierung und Smart Grid eingeführt.</p> <p>This course builds on "Computer Networks I" and "Computer Networks II" and consolidates students' knowledge of computer networks and heterogeneous network maintenance and control. Students are introduced to the concepts of energy efficiency, sensor networks, virtualization, and Smart Grid.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Je nach Teilnehmerzahl mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten). Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>90-minute written or oral exam of about 20 minutes, depending on the number of participants. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Beamer, Tafel / Presentation on projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Math H. J. Bollen, Fainan Hassan, Integration of Distributed Generation in the Power System, Wiley, 2011 Ali Keyhani, Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems, Wiley, 2011 Holger Karl, Andreas Willig, Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005 A. Berl, A. Fischer, and H. de Meer. Using System Virtualization to Create Virtualized Networks. Workshops der Wissenschaftlichen Konferenz Kommunikation in Verteilten Systemen (WowKiVS2009), Kassel, Germany, March 2-6, 2009. vol. 17, EASST, 2009.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5727 Energy Informatics (PN 455338)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	De Meer
Dozent(in) / Lecturer:	N.N.
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 hours of presence + 50 hours for solution to exercises + 70 hours for lecture topics and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Recommended: Computer Networks and Energy Systems Information and communication systems Network Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Understanding of the fundamental methodologies, concepts, protocols and architectures used in the context of smart grids:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the communication architectures for smart grids • Understanding of the main protocols used for data gathering and data analysis from smart meters • Studying techniques, strategies and security technologies used to reinforce security inside the grid, as the transferred data is sensitive and private • Knowledge of the new challenges to face with the new grid that will be handling a volatile generation and a pervasive load <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Selecting and applying appropriate methods and protocols for data gathering from smart meters. Identification of the most important parts to include in the communication infrastructure of a smart grid. Application of scheduling methods/protocols to optimize the generation of energy taking into account potential sporadic events due to the volatile nature of some energy resources. Studying and mastering the effect of pervasive load (e.g. EVs) on the grid management.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Deep understanding of the communication architectures used for the smart grids: motives behind every component, differences between architectures, and pros and cons of each architecture. Classification of methods and techniques of smart</p>

	metering (smart data gathering). Self-awareness of the suitability of measures, techniques and methods.
Inhalt / Course content:	<p>The content of the lecture:</p> <p>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 power systems and a focus on the communication and networking sides: The main focus being how ICT serves the energy system. It shows the complexity and operational requirements of the evolving power grid, the so-called "smart grid," with regards to the communication networks as well as the power systems.</p> <p>In this lecture, we discuss three main parts: First, we discuss the motivation and stakes behind the transition from the Traditional Grid towards the Smart Grid. Part two introduces the architecture of the smart grid where we enumerate its different components and the services and applications they offer. This lays the foundation for Part three, as we demonstrate the need for communication within the power grid. Part Three draws upon communications and networking, which are critical enablers for the smart grid. In this part, we cover the different telecommunication technologies as well as the telecom architecture for smart grids. We also consider how communication and networking will evolve as technology develops.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 minutes written or 20 minutes oral exam (in English), depending on the number of participants. The students will be informed about the exact type of exam by the beginning of the semester.
Medienformen / Media used:	Presentation on projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Momoh, James. <i>Smart grid: fundamentals of design and analysis</i>. Vol. 63. John Wiley & Sons, 2012.</p> <p>Sendin, Alberto, et al. <i>Telecommunication Networks for the Smart Grid</i>. Artech House, 2016.</p> <p>Bush, Stephen F. <i>Smart grid: Communication-enabled intelligence for the electric power grid</i>. John Wiley & Sons, 2014.</p> <p>Xiao, Yang. <i>Communication and networking in smart grids</i>. CRC Press, 2012.</p> <p>Ali, ABM Shawkat. <i>Smart Grids</i>. Springer, 2015.</p> <p>Hadjsaïd, Nouredine, and Jean-Claude Sabonnadière, eds. <i>Smart grids</i>. John Wiley & Sons, 2013.</p> <p>La Scala, Massimo, et al., eds. <i>From Smart Grids to Smart Cities: New Challenges in Optimizing Energy Grids</i>. John Wiley & Sons, 2017.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5734 Mathematical Foundations of Machine Learning (PN 405224)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Methods"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hrs lecture follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis II, Numerik, Stochastik Analysis II, Numerics, Stochastics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden sollten die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der Lerntheorie kennen und verstehen. The students know and understand basic problems and methods of learning theory.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden können Verfahren der Lerntheorie bewerten, selbständig evaluieren und auf praktische Fragestellungen anwenden. Sie können außerdem einfache Erweiterungen der Verfahren entwickeln. The students will be able to assess methods of learning theory, to evaluate the methods for themselves and to use the methods in practical problems. Furthermore, they are able to develop simple extensions of the methods.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Teilnehmer können algorithmische Konzepte der Lerntheorie auf ihre Effizienz und Wirksamkeit beurteilen und eigenständig implementieren. The students are able to assess algorithmic concepts of learning theory with respect to performance and efficacy and to implement the concepts independently.</p>

Inhalt / Course content:	<p>Grundlegende Fragestellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungsprobleme • Klassifizierungsproblem <p>Verfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neuronale Netzwerke • Support Vector Machines <p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der nichtlinearen Optimierung • Numerische Fragestellungen • Approximationstheoretische Methoden • Bezüge zur Statistik • Reproduzierende Kerne <p>---</p> <p>Basic problems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decision problems • Classification problems <p>Methods</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Artificial) neural networks • Support Vector Machines <p>Basics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to nonlinear optimization • Numerical problems • Methods from approximation theory • Connections with statistics • Reproducing Kernels
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90minütige Abschlussklausur oder ca. 30 Minuten mündliche Prüfung (wird am Anfang der Veranstaltung mitgeteilt)</p> <p>90-minute written examination or 30-minute oral examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard and faculty website at the start of the semester)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Folien, Tafel, Skript</p> <p>presentation projector, slides, blackboard, lecture notes</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning B. Schölkopf, A. Smola, Learning with Kernels T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning F. Cucker, D.X. Zhou, Learning Theory Skriptum zur Vorlesung vollständig ausgearbeitet und gedruckt / Lecture Notes</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5771 Multimedia Databases (PN 405031)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Kosch
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 85 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 50 hrs exercises + 85 lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Techniken der Multimedieverarbeitung und der Extraktion von beschreibenden Multimediaeigenschaften sowie Ähnlichkeitsvergleich von multi-medialen Medien und den Aufbau von Multimedia- Datenbankmanagementsystemen und der Programmierung von Multimedia-Datenbanken. Students will acquire knowledge of techniques for multimedia processing and extraction of descriptive multimedia features and the development of multimedia database management systems and programming of multimedia databases.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden haben die Fähigkeit zur praktischen Spezifikation von Multimediaanfragen, Umsetzung und Optimierung von Multimediaanfragen und zum Einsatz von Multimediasstandards. Students will acquire the ability to perform practical specification of multimedia requests, implementation and optimization of multimedia queries and the use of multimedia standards.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden besitzen die Kompetenz zur Übertragung der Datenbankkenntnisse auf Multimediatdaten, Erweiterungen von SQL und Beherrschung von objekt-relationalen</p>

	<p>Konstrukten am Beispiel Multimedia, technischer Umgang mit Medien, Management von Multimediadaten im Allgemeinen.</p> <p>Students will acquire the competence to transfer the database knowledge on multimedia data, extensions of SQL and mastery of object-relational constructs for multimedia, technical dealing with the media, management of multimedia data in general.</p>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Neue Medienstandards (hier vor allem von MPEG - MPEG-4 AVC oder von MPEG abgeleitet divX, mp3) und immer bessere Aufnahmegeräte haben der medienverarbeitenden Industrie in den letzten Jahren einen großen Ruck gegeben. Neue Methoden und Werkzeuge sind entstanden, welche die Masse an aufgenommenen und gesendeten Daten verwalten können. Der Wert der Information hängt wesentlich davon ab, wie leicht die Daten gesucht und nach ihrem Inhalt verwaltet werden können. Dazu werden exklusiv Multimedia-Datenbanken eingesetzt. Die Multimedia-Suche unterscheidet sich dabei wesentlich von einer textuellen Suche. Wir unterscheiden dabei die inhaltsbasierte Suche, welche sich z.B. auf Farb-, Kontur, und Texturverteilungen für visuelle Medien stützt und Bild-zu-Bild Vergleiche ermöglicht. Präzisere Verfahren basieren auf einer Regions-basierten Suche, die versucht Teile eines Bildes oder Videos zu erkennen. Die semantische Suche ermöglicht das Auffinden von Medien anhand der in den Medien mitspielenden Personen, oder dargestellten Orte/Ereignisse. Ein Multimedia-Datenbanksystem stellt hier die notwendigen Funktionen zur Medienmanipulation bereit und ermöglicht gleichzeitig die inhaltsbasierte und semantische Suche und dass auch in großen Datenmengen, welches durch entsprechende intelligente Indexstrukturen ermöglicht wird.</p> <p>Inhaltliche Gliederung:</p> <p>Content-Based Indexing und Retrieval (visuelle Medien): Farbtheorie und Darstellung, kurzer Überblick über weitere Beschreibungsmerkmale wie Textur, Kanten</p> <p>Extraktion von Merkmalen Retrievalsysteme und Demos Multimediadatenmodellierung (in XML: MPEG-7) Multimedia DBMS:</p> <p>Multimedia Zugriffsstrukturen, hier vor allem die Familie der R-Trees, SS-Trees und SR-Trees</p> <p>Multimedia Anfrageverarbeitung und Optimierung Programmierung von Multimedia-DBMS Überblick über gängige MMDB-Produkte und Forschungsprototypen</p> <p>- - -</p> <p>New media standards (here especially MPEG - MPEG -4 AVC or derived from MPEG DivX, mp3) and better recording devices in the media processing industry have been developed in recent years. New methods and tools are developed, which can manage the mass of recorded and transmitted data. The value of information largely depends on how easily the data can be searched and managed according to their content. These multimedia databases are used exclusively. The multimedia search here differs substantially from textual</p>

	<p>search. We distinguish content-based search, which for example is to enable color, contour, and texture based distributions for visual media and image-to-image comparisons. More accurate methods are based on a region-based search, which tries to identify parts of an image or video. The semantic search allows you to find media based on the fellow in the media persons, or places/events portrayed. A multimedia database system provides here the necessary functions for media manipulation and at the same time enables the content-based and semantic search and that too in large amounts of data, which is made possible due to intelligent index structures.</p> <p>Content structure:</p> <p>Content -Based Indexing and Retrieval (visual media): color theory and presentation, brief overview of description of features such as texture, edges, extraction of features retrieval, systems and demos of multimedia data modeling (in XML: MPEG -7)</p> <p>Multimedia DBMS:</p> <p>Multimedia access structures, especially the family of R-trees, SS -trees and SR- Trees</p> <p>Multimedia Anfrageverarbeitung and optimization</p> <p>Programming of multimedia DBMS</p> <p>Overview of common MMDB products and research prototypes</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min schriftliche Klausur</p> <p>90-minute written examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Folien-orientierte Vorlesung, Tafelbenützung bei Beispielen, zusätzlichen Erläuterungen und zu erklärenden Sachverhalten: Wöchentliche Übungen in kleinen Gruppen. Dabei werden Präsenzaufgaben sowie die Musterlösungen zu den Übungsaufgaben vorgerechnet</p> <p>Erwartete Aktivitäten der Studierenden: Mitarbeit bei Präsenzübungen, Übungsaufgaben, selbständiges Studium von sekundärer Literatur</p> <p>Folienskript ist vorhanden und über Stud.IP zugänglich.</p> <p>- - -</p> <p>Slides-oriented lecture, panel use with examples, additional explanations and explanatory facts:</p> <p>Weekly tutorials in small groups. The presence tasks and the sample solutions are pre-calculated to the exercises</p> <p>Expected activities of students: Participation in compulsory and voluntary tutorials, independent study of secondary literature</p> <p>Slide script is accessible and available through Stud.IP</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Harald Kosch: "Distributed Multimedia Database Technologies supported by MPEG-7 and MPEG-21", CRC Press, November 2003, ISBN 0-8493-1854-8</p> <p>Klaus Meyer-Wegener: „Multimediale Datenbanken- Einsatz von Datenbanktechnik in Multimedia-Systemen“, 2. Auflage 2004, Teubner Verlag, ISBN 3-519-12419-X.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5777 Privacy-Preservation Technologies in Information Systems (PN 472215)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Gerl
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Cross-Cutting Concerns"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	30 + 15 contact hours + 105 hours of exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Technologien zur Wahrung der Privatsphäre in Informationssystemen. Sie kennen auch die rechtlichen Grundlagen des Datenschutzes in Europa (GDPR), welche den technischen Möglichkeiten gegenübergestellt werden. Die Studierenden kennen die Unterschiede zwischen Privatsphäre und Anonymität, kennen Prinzipien für Angriffe auf die Privatsphäre und die Anonymität und Methoden zur Wahrung dieser. Die Studierenden kennen die besonderen Rahmenbedingungen in relevanten Anwendungsfällen für Informationssysteme, wie z.B. medizinische Informationssysteme oder Data Warehouses.</p> <p><u>Skills:</u> The students know the core concepts of technologies used for the protection of privacy in information systems. The students also know the legal basis of data protection in Europe (GDPR), which is contrasted to the technical possibilities. The students know the differences between privacy and anonymity, know principles for attacks on privacy and anonymity and methods to protect them. The students know the special requirements in relevant use cases for information systems, such as medical information systems or data warehouses.</p> <p><u>Fähigkeiten:</u> Die Studierenden der Lehrveranstaltung beherrschen die Auswahl und Anwendung von geeigneten</p>

	<p>Methoden zum Schutz der Privatsphäre und Anonymität in Informationssystemen unter Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen und rechtlichen Rahmenbedingungen. Sie sind befähigt Datenschutz-Risiken in Informationssystemen festzustellen und zu bewerten.</p> <p><u>Abilities:</u> The students of the course master the selection and application of suitable methods for the protection of privacy and anonymity in information systems, taking into account the specifics of the information system and legal requirements. The students are able to determine and evaluate data protection risks in information systems.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Teilnehmer verstehen die Grundlagen des technischen Datenschutzes, insbesondere Methoden zur Anonymisierung, Pseudonymisierung und Privacy Modelle. Auch verstehen die Teilnehmer die rechtlichen Grundlagen in Europa für Datenschutz - die General Data Protection Regulation (GDPR). Die Teilnehmer können geeignete Methoden für unterschiedliche Informationssysteme auswählen und unter Beachtung der spezifischen Rahmenbedingungen anwenden.</p> <p><u>Competencies:</u> The participants understand the basics of technical data protection, in particular methods of anonymization, pseudonymization and privacy models. The participants also understand the legal basis for data protection in Europe - the General Data Protection Regulation (GDPR). The participants can select suitable methods for different information systems and apply them taking into account the specific framework conditions.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Die Wahrung der Privatsphäre und Anonymität ist ein Themenbereich, welcher sowohl durch technische als auch durch rechtliche Rahmenbedingungen beeinflusst wird. Die Vorlesung behandelt diese Rahmenbedingungen im Kontext von Informationssystemen. Im ersten Teil der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte und Methoden vermittelt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden unterschiedliche Anwendungsfälle in Informations-systemen mit spezifischen Anonymitäts- und Privatsphäre-Rahmenbedingungen erläutert.</p> <p>1. Grundlagen von Privacy-Preservation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechtliche Grundlagen in Europa (GDPR) • Anonymität und Privatheit • Grundlagen der Datenhaltung in Informationssystemen • Privacy-Preserving Methoden (Anonymisierung, Privacy Modelle) • Tradeoff zwischen Privacy und Utility <p>2. Anwendungsfälle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medizinische Forschungsdaten <ul style="list-style-type: none"> ○ Hippocratic Datenbanken und Purpose-based Access Control ○ Pseudonymisierung

	<ul style="list-style-type: none"> • Data Warehouse <ul style="list-style-type: none"> ○ Anonymisierungsstrategien ○ Anfrage-basierte Anonymisierung • Soziale Netzwerke <ul style="list-style-type: none"> ○ Datenschutzerfordernungen an Soziale Netzwerke ○ Privacy-Preservation für Graph-Daten <p>Preserving privacy and anonymity is a topic area that is influenced by both technical and legal conditions. The lecture discusses these conditions in the context of information systems. In the first part of the lecture the basic concepts and methods are conveyed. In the second part of the lecture, different use cases in information systems with specific anonymity and privacy frameworks are detailed.</p> <p>1. Basics of privacy preservation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Legal basis in Europe (GDPR) • Anonymity and privacy • Basics of data management in information systems • Privacy-preserving methods (anonymization, privacy models) • Tradeoff between privacy and utility <p>2. Use Cases</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medical research data <ul style="list-style-type: none"> ○ Hippocratic databases and purpose-based access control ○ Pseudonymization • Data warehouse <ul style="list-style-type: none"> ○ Anonymization strategies ○ Query-based anonymization • Social networks <ul style="list-style-type: none"> ○ Data protection requirements for social networks ○ Privacy preservation for graph data
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>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</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Präsentation mit Projektor Presentation with projector</p>

Literatur / Literature/reading list:	Die Literatur wird vom Dozenten zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben The literature will be announced by the lecturer at the beginning of the lecture.
--------------------------------------	---

Modulbezeichnung / Module title:	5807 Programming Applications for Mobile Interaction (PN 405026)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 135 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 135 hours exercises and independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung in Java, Mensch-Maschine-Interaktion, MES Praktikum oder SEP, zusätzlich ggf. Verteilte Systeme
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden lernen die Realisierung von umfangreichen Engineering-Projekten aus dem Kontext Mobiler Anwendungen und Systeme und die dazu notwendigen Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge kennen. Theoretische Kenntnisse vom Entwurf verteilter Systeme, der Entwicklung mobiler Anwendungen und Rechnernetze werden praktisch angewendet und durch die Systementwicklung eines komplexeren Gesamtsystems vertieft.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden beherrschen die praktischen Fragestellungen der Entwicklung und Umsetzung von Systemen bestehend aus mobilen Endgeräten und zentralen bzw. de-zentralen Infrastrukturen sowie den maßgeblichen Einfluss der Mensch-Maschine-Interaktion mit dem Gesamtsystem. Die Studierenden können in einem kleinen Team effektive Lösungen erarbeiten und durchführen und erfolgreich ein vorlesungsbegleitendes Projekt im Team realisieren.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Teilnehmer erlernen soziale Kompetenz durch die Teamarbeit und die notwendigen organisatorischen und fachlichen Kompetenzen zur Durchführung von Projekten aus dem Kontext der mobilen Anwendungsentwicklung erfolgreich</p>

	<p>zu bearbeiten. Teil des Lernziels besteht in der Abschätzung und Kontrolle des Arbeitsaufwandes, sowie der Entwicklung von Strategien zum erfolgreichen Projektmanagement. Dazu werden Stundenzettel geführt.</p>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Im Rahmen der Lehrveranstaltung wird eine dem Umfang der Lehrveranstaltung angepasste mobile Anwendung (ggf. mit zugehörigem Backend-System) realitätsnah entwickelt mittels der Problemstellung angemessener Methoden und Werkzeuge im Team bearbeitet unter Anwendung geeigneter Vorgehensweisen zur Projekt- und Arbeitsorganisation. Insbesondere werden Vorgehensweisen aus den Bereichen Mensch-Maschine Interaktion (Prototyping, Entwicklung, Durchführung und Auswertung von Benutzerstudien, Human-Centered Software Engineering, Feldtests, Fokusgruppen), verteilte Systeme (Architekturentwurf verteilter Anwendungen, Verteilung von Funktionalität, Protokollentwurf), und Software Engineering (Agile Entwicklungsprozesse) eingesetzt. Das Vorgehen deckt sich soweit möglich mit bestehender Praxis aus Industrie und Forschung.</p> <p>Teams von in der Regel 2-3 Studierenden bearbeiten in der Übung gemeinsam und systematisch ein kleineres Projekt, das in mehrere Arbeitspakete strukturiert ist. Die genaue Aufgabenstellung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung schriftlich in Form einer Zielvorgabe mit minimalen Eigenschaften als Bestehenskriterien vorgegeben.</p> <p>Bei der Bearbeitung des vorlesungsbegleitenden Projekts werden folgende Engineering-Aktivitäten für die 1.) Infrastrukturkomponenten bzw. für die 2.) mobile Anwendung abgedeckt:</p> <p>1. Analyse</p> <p>1.) Detaillierte Festlegung der Anforderungen an das System. Beachtung der Grundprinzipien Präzision, Vollständigkeit und Konsistenz. Der Inhalt umfasst das Systemmodell als Übersicht, die geeignete Beschreibung der Systemumgebung mittels geeigneter Werkzeuge, sowie die Erfassung und Dokumentation funktionaler und nicht-funktionaler Anforderungen.</p> <p>2.) Für die Mobile Anwendung sind, zusätzlich zu den genannten Aufgaben, Prototyping-Methoden einzusetzen (z.B. Wizard-of-Oz) bzw. Studien zur Identifikation der Nutzergruppen (z.B. Interviews) durchzuführen.</p> <p>2. Entwurf</p> <p>1.) Hauptbestandteil ist ein systematischer Grobentwurf eines Systems, das die in der Analyse ermittelten Anforderungen bestmöglich erfüllt. Auf dieser Basis wird ein detaillierter Entwurf ausgearbeitet, der mit der Problemstellung angemessenen, domänenspezifischen Werkzeugen und Vorgehensweisen das umzusetzende System spezifiziert und dokumentiert.</p> <p>2.) Die mobile Anwendung ist, im Gegensatz zum Hauptsystem, mittels Prototyping-Methoden agil und iterativ zu entwerfen und zu validieren. Dazu sind z.B. Methoden zur Erstellung horizontaler bzw. vertikaler High-Level/Low-Level</p>

	<p>Prototypen aus dem Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen.</p> <p>3. Umsetzung</p> <p>1.) Im Rahmen der Umsetzung erfolgt die tatsächliche Realisierung des entworfenen Systems. Das System besteht in der Regel aus Software- und Hardware-Komponenten. Zur Realisierung sind bestehende, konfigurierbare Softwarebausteine mit eigener Software zu ergänzen und zu einem lauffähigen Gesamtsystem zu integrieren. Hierzu werden Methoden aus dem Bereich der verteilten Systeme, z.B. Architekturforschung, oder der vernetzten Systeme, z.B. Socket-Programmierung, verwendet.</p> <p>2.) Die Umsetzung der Mobilen Anwendung wird durch spezielle Frameworks und Entwicklungssysteme aus dem Bereich mobiler Anwendungen unterstützt.</p> <p>4. Validierung</p> <p>1.) Validierung und Verifikation der Ergebnisse von Entwurf und Umsetzung auf Grundlage der durch Analyse bestimmten Anforderungen.</p> <p>2.) Die mobile Anwendung ist durch geeignete Methoden aus dem Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion zu evaluieren und die Ergebnisse sind kritisch zu diskutieren. Hierzu können z.B. Beobachtung, Fragebögen, Effizienz- und Fehlermessungen bei der Interaktion eingesetzt werden.</p> <p>Jedes Arbeitspaket kann eine oder mehrere dieser Aktivitäten umfassen und jede Aktivität kann Gegenstand eines oder mehrerer Arbeitspakete sein. Dabei müssen alle Aktivitäten durch Arbeitspakete adäquat abgedeckt sein. In den einzelnen Arbeitspaketen kommen projekt- und domänenspezifische Werkzeuge und Methoden zum Einsatz z.B. zum Test von Client/Server-Systemen, Schnittstellenbeschreibungssprachen, Service Description Languages.</p> <p>Zu allen Arbeitspaketen werden Arbeitseinheiten definiert, deren Aufwand abgeschätzt und deren Realisierung z.B. anhand eines Gantt-Charts organisiert und durchgeführt. Das Ergebnis jedes Arbeitspakets wird durch einen kurzen Bericht dokumentiert, ggf. begleitet von Software. Aus dem Bericht sind auch Aufwandsabweichungen und Korrekturen vorangegangener Arbeitspakete ersichtlich.</p> <p>Jedes Arbeitspaket schließt mit einem Kurzvortrag in der nächsten Einheit ab. Die Teams werden durch ein festes wöchentliches Treffen mit dem Betreuer unterstützt.</p> <p>Die Lehrveranstaltung schließt mit einem Abschlusskolloquium ab, in dem das fertig entwickelte System präsentiert und abgenommen wird.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Schriftliche Dokumentation in Form eines technischen Berichts, mündliche Präsentationen zu den Arbeitspaketen, die durch geeignete Medien (z.B. Folien) unterstützt werden, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext inkl. aller zur Demonstration notwendigen Informationen, sowie einer Systemdemonstration im Rahmen des Abschlusskolloquiums.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Präsentation mit Projektor, Gruppenarbeit, Wiki</p>

Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben</p> <p>Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.</p>
Anwesenheitspflicht	<p>Für die Vorlesung und die Übung im Rahmen der Lehrveranstaltung besteht Anwesenheitspflicht.</p> <p>In der Vorlesung findet eine wissenschaftlich-technische Einführung zu den Themen der Lehrveranstaltung statt, diese werden in den anschließenden Übungen direkt mit der Übungsleitung praktisch umgesetzt.</p> <p>Begründung: In der Lehrveranstaltung arbeiten die Teams von Studierenden an einem größeren Projekt über das ganze Semester hindurch. Es zu jedem Arbeitspaket bzw. Themengebiet ein Kolloquium statt, in denen über die Fortschritte berichtet, aufgetretene Probleme ausgetauscht und ihre Lösungen diskutiert werden; am Ende findet ein Abschlusskolloquium statt.</p> <p>Wird keine umfassende Anwesenheit bei den Kolloquien gefordert, wird die Kompetenz nicht geübt, vor anderen Studierenden zu präsentieren und auf ihre Fragen und Anmerkungen (und nicht nur die des Dozenten) einzugehen und diese zu diskutieren. Die Kompetenz, die präsentierten Inhalte zu analysieren, bewerten und kritisch zu diskutieren ist eine wesentliche Anwendung der Lehrveranstaltungsinhalte die nur bei Präsenz eingeübt werden kann. Die vereinzelte Abwesenheit aus nicht vom Studierenden zu vertretenden und nachgewiesenen Gründen ist möglich.</p> <p>Darüber hinaus kann die spezifische Aufgabenstellung besondere Ausstattung erfordern, die nur in den Laboren und Räumen der Universität in geeigneter Weise zur Verfügung steht. Ferner ist ggf. eine direkte Betreuung und Unterweisung an speziellen Geräten notwendig. Daher ist bei spezifischen Aufgabenstellungen eine Bearbeitung außerhalb dieses Kontextes nicht möglich und die Anwesenheit dann zwingende Voraussetzung für die erfolgreiche Bearbeitung. Andernfalls ist die erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung gefährdet.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5812 Stochastische Simulation Stochastic Simulation (PN 451017)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach / Yaroslavtseva
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 90 Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 60 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & 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
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnis grundlegender Algorithmen der stochastischen Simulation, ihrer Eigenschaften und typischer Anwendungen. 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. / Knowledge of basic algorithms of stochastic simulation, their properties and typical applications 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:	<p>Zwei Teilleistungen: Teilleistung 1 (80%): 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben Teilleistung 2 (20%): Vortrag (ca 15 Minuten) über ein Thema der Stochastische Simulation. Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>/</p> <p>Examination in two parts Part 1 (80%): 90-minute written or oral exam of about 30 minutes. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester. Part 2 (20%): oral presentation of about 15 minutes on a subject from Stochastic Simulation To pass the examination both parts have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	Overhead, Beamer, Tafel / Slides, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Müller-Gronbach, Novak, Ritter: Monte Carlo-Algorithmen, Springer, 2012 Weiteres nach Empfehlung des Dozenten / Further reading announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	5820 Advanced IT Security (PN 405390)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Posegga
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 40 Std. Übungsaufgaben + 80 Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 40 hours exercises + 80 hours follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Grundlegendes Wissen über die wichtigsten Konzepte für den Betrieb sicherer und (meist) verteilter Rechnersysteme, dazu gehören u.a. Teilkomponenten aus den Bereichen Betriebssysteme, Kommunikations- und IT-Sicherheit, insb. kryptografische Grundlagen inkl. PKI, Grundlagen der Netzwerksicherheit, Grundlagen der Sicherheit von Betriebssystemen, grundlegende Sicherheitsprotokolle und –standards, Sicherheitsarchitekturen, AAA in verteilten Systemen.</p> <p>Basic knowledge of the key concepts for the operation of secure and (mostly) distributed computing systems. These include sub-components in the areas of operating systems, communications and IT security, especially cryptographic basics including PKI, principles of network security, principles of operating system security, basic security protocols and standards, security architectures, AAA in distributed systems.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Der Student ist in der Lage Konzepte anhand von selbst zu lösenden und zu diskutierenden Aufgaben aus ausgewählten Teilbereichen verstehen und Betriebssysteme und Netzwerke bezüglich der Sicherheit analysieren können. Der Student kann passende Verschlüsselungsverfahren für verschiedene Anwendungsfelder auswählen und</p>

	<p>Kommunikationsmechanismen in unterschiedlichen Szenarien anwenden. Der Student ist befähigt Verschlüsselungsverfahren anzuwenden.</p> <p>Students have a firm grasp of concepts from selected sub-areas, based on exercises solved by the students themselves. Furthermore, they are able to analyse the security of operating systems and networks. Students are able to select appropriate encryption methods for various applications and implement communication mechanisms in different scenarios. Students have the ability to correctly implement encryption methods.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Der Student ist befähigt Konzepte und Architekturalternativen für Kommunikationsmechanismen (Dienste und Protokolle) kennen, bewerten und auswählen zu können. Der Student hat die Kompetenz des Einsatzes von PKI-Technologie in verschiedenen Anwendungsfeldern und die Sicherheit von symmetrischen und asymmetrischen Verschlüsselungsverfahren beurteilen zu können. Der Student versteht Sicherheitsprotokolle und -standards einstufen und Sicherheitsarchitekturen bewerten zu können. Der Student erlernt die Kooperations- und Teamfähigkeit in den Präsenz- und praktischen Rechnerübungen. Der Student steigert die Problemlösungskompetenz durch selbstständiges Erarbeiten von Lösungen in den Übungen. Der Student kann die Komplexität systematisch beherrschen und kritische Bewertung von Lösungsansätzen und ihrer algorithmischen Umsetzung durchführen.</p> <p>Students are able to identify, evaluate and select concepts and architectural alternatives for communication mechanisms (services and protocols). Students are expected to be competent in the use of PKI technology in various scenarios and to be able to assess the security of symmetric and asymmetric encryption methods. Students are well-versed in security protocols and standards and are able to classify and assess security architectures. Students have learnt cooperation and teamwork in the classroom and practical computer tutorials. Students have also honed their problem-solving skills by working through the exercises in the tutorials, autonomously arriving at a solution. Students are able to systematically address the complexity and perform critical assessment of approaches and its algorithmic implementation.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In dem Modul werden folgende Inhalte behandelt: Einführung in die IT-Sicherheit; kryptographische Grundlagen; Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit; Authentication & Authorization; Sicherheitsmodule; OTPs, Token; Sicherheitsprotokolle; Grundlagen; SSL; IPSEC; Benutzerverwaltung; Zugriffsschutz; Sicherheit von TCP/IP Diensten; Grundlegende Sicherheitsprotokolle und –standards; Symmetrische Verschlüsselung (DES, AES, etc.); Asymmetrische Verschlüsselung (RSA, PGP); AAA in verteilten Systemen; Kerberos; X.509 Authentifikation; Netzwerk- und Internetsicherheit; IPSec; TLS/SSL; Einführung in PKI; Zertifikate; Schlüsselgenerierung; Certificate authorities; Certificate revocation und CA Hierarchie.</p>

	In the module, the following topics are treated: Introduction to IT Security, Cryptographic Basics, Confidentiality, Integrity, Availability, Authentication & Authorization, security modules; OTPs, tokens, security protocols, foundations, SSL, IPSEC, user management, access protection, security of TCP/IP services, Basic security protocols and standards; Symmetric encryption (DES, AES, etc.); Asymmetric encryption (RSA, PGP), AAA in distributed systems, Kerberos, X.509 authentication, network and Internet security, IPSec, TLS/SSL, introduction to PKI, certificates, key generation, certificate authorities, certificate revocation and CA hierarchy
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min Klausur oder ca. 15 min mündliche Prüfung, jeweils in englischer oder deutscher Sprache und je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben 90-minute written examination or 15-minute oral examination, depending on the number of listeners, in English or German. The exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Tafel Presentation, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	H.-P. Gumm, M. Sommer: „Einführung in die Informatik“, 5. Auflage Oldenbourg-Verlag, München, 2002 Dieter Gollmann: Computer Security, John Wiley, 1999 W. Stallings: Cryptography and Network Security, Pearson, 2003 Niemi and Nyberg: UMTS Security, John Wiley, 2003

Modulbezeichnung / Module title:	5843 Software-Analyse Software Analysis (PN 455368)
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:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	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 Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Software Engineering, Programmierung I + II, Software Engineering Praktikum
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden erlernen Basiskonzepte der Analyse von Software und fortgeschrittene Methoden zur Fehlerfindung. Die Konzepte umfassen statische Methoden der Sourcecode- Analyse, dynamische Methoden der Laufzeitanalyse, Bytecodeinstrumentierung, Testmethoden, automatisierte Debugging- und Testmethoden, Fehlervorhersage, sowie automatisierte Korrektheitsbeweise. Students learn about the basic concepts of software analysis and advanced methods of identifying software defects. The concepts include static source code analysis, dynamic program analysis, bytecode instrumentation, testing methods, automated debugging and fault localisation, defect prediction, as well as formal verification. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Teilnehmer kennen die wichtigsten Methoden zum Analysieren von Softwaresystemen. Insbesondere sind sie in der Lage, Analysemethoden programmieretechnisch umzusetzen. Dazu benötigte grundlegende Algorithmen können sie erklären und ggf. mit alternativen Algorithmen vergleichen.

	<p>The participants are familiar with the most important methods for analysing software systems and are able to implement these. They can explain the basic algorithms used in their implementation and compare them with alternative ones.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von Softwareanalysen. Weiterhin sind die Studierenden befähigt, einzelne Analysen auch auf andere Problemstellungen und Analyseziele anzupassen.</p> <p>The participants gain theoretical and practical competencies concerning the conception, implementation and evaluation of software analyses. In addition, they are able to adapt individual analyses to different problems and purposes.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Control- and Dataflow Analysis • Code Clone Detection • Slicing • Fault localisation • Fuzzing • Defect prediction • Abstract Interpretation • Symbolic Execution • Software model checking • Program repair • Reverse engineering
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>90-minute exam of portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation, Beamer, Übungsblätter
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekanntgegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit von der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.</p> <p>Will be announced in the lectures. Further reading will be announced for the individual assignments.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5845 Search-Based Software Engineering (PN 455378)
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:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
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 Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung I + II, Software Engineering Praktikum, Software Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Search-based Software Engineering (SBSE) beschreibt die Anwendung von meta-heuristischen Suchverfahren wie zum Beispiel genetischen Algorithmen, Simulated Annealing, oder Tabu Search, auf Software Engineering Probleme. Die Vorlesung deckt theoretische Grundlagen meta-heuristischer Suchverfahren ab (lokale Suchverfahren und Populationsbasierte Verfahren wie Genetische Algorithmen oder Particle Swarm Optimisation) und deren Anwendung auf Softwareentwicklungsprobleme des gesamten Softwareentwicklungsprozesses (Requirements, Design, Planung, Testing, Wartung, etc). Die Studierenden erlernen theoretische Grundlagen meta-heuristischer Suchverfahren und die wichtigsten Algorithmen lokaler und populationsbasierter Suchalgorithmen sowie Basiskonzepte der Optimierungsprobleme in der Softwareentwicklung. Search-based software engineering (SBSE) applies metaheuristic search techniques such as genetic algorithms, simulated annealing and tabu search to software engineering problems. This course covers the theory of major classes of metaheuristic optimisation algorithms, including local search algorithms and population based optimisation (such as genetic algorithms and particle swarm optimisation) and their application to software engineering problems across the software development lifecycle (requirements, design, planning, testing, maintenance, etc). Participants will learn the fundamental basics of meta-heuristic search, as well as</p>

	<p>essential local and population-based search algorithms and their application areas in software engineering.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Teilnehmer kennen die wichtigsten meta-heuristischen Suchalgorithmen und deren Anwendungsgebiete in der Softwareentwicklung. Insbesondere sind sie in der Lage, Optimierungsansätze programmiertechnisch umzusetzen. Dazu benötigte grundlegende Algorithmen können sie erklären und ggf. mit alternativen Algorithmen vergleichen. Participants will learn the most important meta-heuristic search algorithms and their application areas in software engineering. They will be able to implement these, and explain and compare relevant algorithms.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von Suchverfahren in der Anwendung auf Softwareentwicklungs-Probleme. Weiterhin sind die Studierenden befähigt, einzelne Optimierungsansätze auch auf andere Problemstellungen anzupassen. Participants learn theoretical and practical competencies for the conception, implementation, and evaluation of search algorithms and their application to problems in software engineering. In particular, participants will be able to implement these algorithms and apply them to new problems.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Local Search • Evolutionary Algorithms • Multi-Objective Optimisation • Memetic Algorithms • Novelty Search • Parallel Search • Search-based Testing • Genetic Programming • Genetic Improvement • Program Repair
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. 90-minute exam or portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation, Beamer, Übungsblätter Presentation, projector, exercises
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben. Will be announced in the lectures. Further reading will be announced for the individual assignments.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5874 IT-Sicherheitsrecht IT Security Law (PN 222431)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Schröder, Lewinski (Juristische Fakultät / Faculty of Law)
Dozent(in) / Lecturer:	Hartl
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Cross-Cutting Concerns"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 120 hours self study
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse</u> Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Rechtsgrundlagen des IT-Sicherheitsrechts (verfassungsrechtliche Grundlagen und öffentlich sowie zivilrechtliche Bezüge einschließlich des Datenschutzrechts und weiterer spezialgesetzlicher Regelungen) sowie des Themenkomplexes IT-Sicherheitsrecht insgesamt aus politischer, wirtschaftlicher und technischer Perspektive; dies schließt die Kenntnis der wichtigsten höchstrichterlichen Rechtsprechung mit ein. Zudem erlangen die Studierenden Kenntnis von Fallkonstellationen, in denen technische Systeme und ihr Einsatz in der Praxis typischerweise IT-sicherheitsrechtliche Fragen aufwerfen.</p> <p><u>Fähigkeiten</u> Die Studierenden beherrschen die Erfassung juristischer Probleme technischer Sachverhalte auf Basis der relevanten rechtlichen Grundlagen im IT-Sicherheitsrecht. Die Studierenden beherrschen die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für die jeweiligen rechtlichen Probleme im Themenbereich IT-Sicherheit.</p> <p><u>Kompetenzen</u> Die Studierenden besitzen die Kompetenz zur Anwendung spezifisch juristischer Methoden der Fallbearbeitung</p>

	<p>und -lösung sowie Transferkompetenz zur Anwendung des erworbenen Wissens und der erworbenen Fähigkeiten auf die typischerweise sehr schnell auftretenden neuen Probleme des IT-Sicherheitsrechts. Sie beherrschen die Interaktion zwischen technisch und juristisch ausgebildeten Personen im beruflichen Umfeld (gegenseitige Wissensvermittlung, gemeinsame Problemlösungsstrategien).</p>
Inhalt / Course content:	<p>Zunächst erfolgt eine grundlegende Einführung in die Thematik des IT-Sicherheitsrechts. Dabei werden Grundfragen an den Schnittstellen von Technik und Recht sowie rechtliche Grundprinzipien vorgestellt und ergänzend die relevanten Normen und die Arbeit mit zentralen rechtlichen Konzepten (allgemeine Grundlagen des Zivilrechts und öffentlichen Rechts wie Haftung, Anspruchsgrundlagen, Verschulden und Verschuldentypen, auslegungsbedürftige Tatbestandmerkmale, Ermessen oder Formen des Verwaltungshandeln) eingeführt.</p> <p>Es folgen themenspezifische Blöcke immer unter Rückgriff auf eingeführten Grundlagen. Dabei werden – unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen und Schwerpunkte – Grundrechte und staatliches Eingriffshandeln sowie Schutzpflichten, Grundlagen des Datenschutzrechts, des technischen Datenschutzes, IT-Sicherheit im arbeitsrechtlichen Kontext, Haftungs- und Produkthaftungsfragen (einschließlich Vertragsgrundlagen und Providerhaftung), strafrechtliche Flankierung sowie Frage nach der rechtskonformen Modellierung der Organisation der IT-Sicherheit im Unternehmen behandelt. Schließlich sind öffentlich-rechtliche Regularien und Vorgaben an den Schutz (kritischer) technischer Infrastruktur Teil der Veranstaltung.</p> <p>Schwerpunkt der Veranstaltung sind insgesamt, vor dem Hintergrund der genannten Themen, die mehrdimensionalen rechtlichen Anforderungen an Akteure unter dem Aspekt der IT-Sicherheit, dabei vor allem die Vermeidung rechtlicher Risiken und der Umfang rechtlicher Verantwortung auf privater Ebene sowie Auftreten und (mögliche) Regulieransätze der öffentlichen Hand.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung, je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer Presentation and projector
Literatur / Literature/reading list:	<p>Köhler/Fetzer - Recht des Internet (Start ins Rechtsgebiet), 2016</p> <p>Voigt, IT-Sicherheitsrecht, 2018</p> <p>Kühling/Klar, Datenschutzrecht (Start ins Rechtsgebiet), 2018</p> <p>Hornung/Schallbruch (Hrsg.), IT-Sicherheitsrecht, 2020</p> <p>Weitere Hinweise in der Vorlesung</p>

Modulbezeichnung / Module title	5942 Network Science (PN 482601)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform	2V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz und 105 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vorarbeit und Nacharbeit 45 contact hours and 105 hours exercises, preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Data Science
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse/Skills/Knowledge</u></p> <p>The students gain insights into Modeling and analysing complex real-world networks with a special emphasis on social networks. In particular knowledge on the following topics will be gained:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic Graph Theory (Undirected/Directed/Bipartite Graphs, Connectivity, Graph Traversal) • Properties of Social Networks (Strong and Weak ties, Structural Balance, Context in Social Networks, Small World Networks) • Properties of Information Networks (Structure of the Web, Decentralized Search, Navigability of the Networks) • Network Dynamics and Evolution <p><u>Fähigkeiten/Abilities</u></p> <p>The students will be able to analyse complex real-world networks and draw conclusions on their structural properties as well as on their dynamics. They will be able to develop and apply different algorithms for analysing networks, like for example clustering algorithms for detecting sub-structures and traversal algorithms for estimating statistical properties (e.g. centrality, clustering coefficient). Furthermore, students will be able to interpret the outcome of the algorithms in terms of underlying social theories, like for example Triadic Closure or Structural Balance Theory.</p>

	<p><u>Kompetenzen/Competencies</u></p> <p>Students acquire the competencies to analyse network data especially in web-based information systems and use this analysis to understand and refine those information systems.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In particular, the following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic Network Theory (Graph Types, Connectivity, Graph Traversal) • Networks (Small World Phenomenon, Strong and Weak Ties, Information Flow, Community Detection) • Analysing the context of social networks (Homophily and Segregation) • Positive and Negative Relationships in Networks • Information Networks (Structure of the Web, Link Analysis and Web Search) • Network Dynamics (Population Models, Information Cascades, Rich-get-richer, Cascading Behavior in Networks, Network Epidemics)
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>90-minute examination or 20-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Tafel</p> <p>Blackboard, projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World von David Easley und Jon Kleinberg von Cambridge University Press</p> <p>Barabási, Albert-László. Network science. Cambridge University Press, 2016.</p> <p>Mark Newman, Networks: An Introduction. Oxford University Press, 2010</p>

Modulbezeichnung / Module title	5943 Data Science Lab (PN 482604)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Methods"
Lehrform	4UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung des Praktikums / 60 contact hours + 120 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Visual Analytics or Network Science or Advanced Topics in Data Science Python Programming Language
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Students will acquire knowledge of current data analysis technologies and corresponding python libraries to analyze web-based data sets such as Web pages, social networks, user data, etc. They will obtain methodological knowledge</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Students acquire the ability to apply data science technology on web data and to extract interesting patterns from very large data sets. They will develop the ability to use appropriate software libraries and tools to do so.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Students acquire the skills to analyze massive, web-based data sets and extract interesting patterns.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Students will work in groups on selected data science specific problems, like for example extracting communities from social networks, clustering web pages, analyzing trends in social media or identifying mobility patterns.</p> <p>Students will be given a small research projects in the form of an analysis goal, a data set and a target metric. The research project will be conducted in four phases, supervised by the lecture. In every phase, one team member takes the responsibility. The following phases are foreseen:</p> <ol style="list-style-type: none"> Design Phase: Students will conduct a state of the art analysis on currently best performing methods on the domain and corresponding libraries. Based on this analysis, students will design their experiment in terms of

	<p>analysis methods, data preprocessing and evaluation approach. The experimental design will be reported in the form of a presentation.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Data Preprocessing: Students will apply data preprocessing methods in order to convert raw data into a usable format for subsequent data analysis. Results are reported in the form of a presentation. 3. Data Analysis: Students will implement the chosen data analysis methods using selected libraries and apply the implementation to the preprocessed data. Results are reported in the form of a presentation. 4. Evaluation: Students will evaluate different parameter settings and algorithmic combinations or derive patterns from the given data set and interpret those. <p>Finally, the results will be reported in a technical report.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Portfolio exam consisting of a written technical report on the outcome of the project and 4 presentations (one per phase / per team member).
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer, Rechner / Blackboard, projector, calculator
Literatur / Literature/reading list:	Own Lecture Notes and selected publications. Literature will be announced depending on the concrete topics.

Modulbezeichnung / Module title	5944 Machine Learning Lab (PN 455382)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Methods"
Lehrform	4UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung des Praktikums 60 contact hours + 120 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced Topics in Data Science or Visual Analytics, Python Programming Language
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Students will acquire knowledge on implementation details of machine learning and optimization algorithms and how to realize them using numerical libraries in Python. Covered algorithms include supervised, unsupervised and semi-supervised algorithms like decision trees, support vector machines, Bayesian classifiers, hierarchical agglomerative clustering, Genetic algorithms etc. as well as optimization methods (e.g. stochastic gradient descent, AdaGrad)</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Students acquire the ability to implement machine learning algorithms from scratch using only numerical libraries. They will be able to evaluate their implementation and identify potential implementation errors.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Students acquire the skill to convert machine learning algorithms provided in a mathematical formulation or pseudo-code into concrete implementations. These skills include the implementation of performance metrics and the evaluation of the implemented algorithms without the help of third-party libraries.</p>
Inhalt / Course content:	During the semester, Students will be presented 6-10 different machine learning algorithms covering supervised, unsupervised, and semi-supervised learning paradigms as well as different optimization methods. Examples are Decision Trees, Random Forests, Feedforward Neural Networks, Naive Bayes,

	<p>Hierarchical Agglomerative Clustering, DB Scan, Support Vector Machine, Support Vector Regression, Stochastic Gradient Descent, AdaGrad etc.</p> <p>During the lab sessions, students will have to implement those algorithms independently of each other using high-level programming languages, particularly Python, but without the help of any high-level library. Students will also have to develop corresponding evaluation metrics, like precision, recall, accuracy, average precision etc. and evaluate the algorithms based on standardized test data sets.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Portfolio exam consisting in the submission of the implementation code for selected machine learning algorithms plus documentation and the evaluation on a provided test-datasets. Students present their solution and results. (see § 5 Abs. 1 Nr. 4, Point 3 FStuPo Master Computer Science)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer, Rechner Blackboard, projector, calculator</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Own Lecture Notes and selected publications. Literature will be announced depending on the concrete topics.</p>

Modulbezeichnung / Module title	5945 Advanced Topics in Data Science (PN 482603)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Methods"
Lehrform	2V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std Präsenz und 105 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vor- und Nachbereitung 45 contact hours and 105 hrs exercises, preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Data Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>The students will engage advanced topics and recent developments in the field of data science. Special emphasize will be placed on natural computing techniques, like genetic algorithms and deep neural networks, as well as on reinforcement learning. The students will obtain in-depth knowledge on the particular algorithms and application areas (with focus web-based information systems)</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>The students will be able to implement data analytical algorithms, in particular deep neural network and reinforcement learning approaches. They will be able to run advanced experiments on large data sets.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>The students will obtain the competencies to utilize recent data analytical methods, like deep learning, for analysing large data sets from web-based information systems (e.g. social media). Students will be enabled to setup experiments, conduct and evaluate them properly.</p>
Inhalt / Course content:	<p>The following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Natural Computing • Deep Neural Networks

	<ul style="list-style-type: none"> • Representational Learning with Deep Networks including Autoencoder Networks (Denoising, Variational, Sparse), Hopfield Networks, Boltzmann Machines • (Deep) Convolutional Neural Networks • Recurrent Neural Networks • Deep Residual Networks • Deep Reinforcement Learning • Selected Application Areas
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minute examination or 20-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer Blackboard, projector
Literatur / Literature/reading list:	Own Lecture Notes and selected publications. Literature will be announced depending on the concrete topics.

Modulbezeichnung / Module title:	5951 Theory of Randomised Search Heuristics (PN 455390)
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:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group “Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling“
Lehrform / SWS:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 75 Std., Übungen 60 Std., Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 Std. / 75 contact hours, 60 hrs exercises, 75 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & 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:	Master Informatik / Master Computer Science Master Computational Mathematics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Am Ende der Lehrveranstaltung werden Studierende in der Lage sein, <ol style="list-style-type: none"> 1. die Effizienz randomisierter Suchheuristiken mit entsprechenden Analysemethoden zu analysieren, 2. die Funktionsweise randomisierter Suchheuristiken zu verstehen und ihre Stärken und Schwächen zu kennen, 3. den Effekt algorithmischer Design-Entscheidungen und Parameterwahlen auf die Performanz randomisierter Suchheuristiken zu verstehen, 4. fundierte Design-Entscheidungen bei der Anwendung randomisierter Suchheuristiken zu treffen und 5. die Effizienz randomisierter Suchheuristiken auf anschaulichen Problemen zu beschreiben. <p>At the end of the course students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. analyse the efficiency of randomised search heuristics using appropriate analytical methods 2. understand the working principles of randomised search heuristics along with their strengths and weaknesses,

	<ol style="list-style-type: none"> 3. appreciate the effect of algorithm design choices and parameters on the performance of randomised search heuristics, 4. make informed design choices when using randomised search heuristics, and 5. describe the efficiency of randomised search heuristics on illustrative problems.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation für die Theorie randomisierter Suchheuristiken • Methoden zur Analyse randomisierter Suchheuristiken • Laufzeitanalysen für einfache evolutionäre Algorithmen • Der Nutzen von Kreuzungen in evolutionären Algorithmen • Analyse evolutionärer Algorithmen auf Problemen der kombinatorischen Optimierung und auf multikriteriellen Problemen • Verteilte evolutionäre Algorithmen • Laufzeitanalysen für Schwarmintelligenz • Adaptive Parameter • Black-Box-Komplexität <p style="text-align: center;">/</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation for a theory of randomised search heuristics • Tools for the analysis of randomised search heuristics • Runtime analyses for simple evolutionary algorithms • The usefulness of crossover in evolutionary algorithms • Analyses of evolutionary algorithms on problems from combinatorial optimisation and multi-objective problems • Parallel evolutionary algorithms • Runtime analysis for swarm intelligence algorithms • Parameter control • Black-box complexity
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. Written (90 minutes) or oral exam (approximately 25 minutes); the exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the notice board and on the faculty website.
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Lectures will be based on books, research papers, surveys and tutorials. Related books include: Frank Neumann, Carsten Witt (2010): Bioinspired Computation in Combinatorial Optimization -- Algorithms and Their Computational Complexity. Natural Computing Series, Springer, ISBN 978-3-642-16543-6. Thomas Jansen (2013): Analyzing Evolutionary Algorithms - The Computer Science Perspective, Natural Computing Series, Springer, ISBN 978-3-642-17339-4. Benjamin Doerr and Frank Neumann (Eds.): Theory of Evolutionary Computation - Recent Developments in Discrete

	<p>Optimization, Natural Computing Series, Springer, ISBN 978-3-030-29413-7.</p> <p>A. Auger, B. Doerr (Eds.): Theory of Randomized Search Heuristics - Foundations and Recent Developments, Series on Theoretical Computer Science 1, ISBN: 978-981-4282-66-6, World Scientific.</p>
--	---

Modulbezeichnung / Module title:	5952 Randomisierte Algorithmen (PN 455388) Randomised Algorithms
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:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform / SWS:	3V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 75 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Vorlesung 75 contact hours + 60 hrs exercises + 75 hrs laboratory preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Einführung in die Stochastik Algorithms and Data Structures, Introduction to Stochastics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Am Ende der Lehrveranstaltung werden Studierende in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> 6. die Effizienz randomisierter Algorithmen zu analysieren, 7. Randomisierung als Werkzeug beim Design effizienter Algorithmen einzusetzen, 8. die Vor- und Nachteile von Randomisierung zu beschreiben, 9. grundlegende randomisierte Algorithmen für wichtige Probleme zu beschreiben, und 10. ein Thema im Bereich randomisierte Algorithmen eigenständig darzustellen. At the end of the course students will be able to <ul style="list-style-type: none"> 6. analyse the efficiency of randomised algorithms, 7. use randomness as a tool in the design of efficient algorithms, 8. describe the pros and cons of randomised algorithms, 9. describe fundamental randomised algorithms for important problems, and 10. work independently on describing a topic from the area of randomised algorithms.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation und Klassifikation randomisierter Algorithmen

	<ul style="list-style-type: none"> • 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) <p style="text-align: center;">- - -</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Zwei Teilleistungen: Teilleistung 1 (80%): Klausur oder mündliche Prüfung; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. Teilleistung 2 (20%): Schriftliche Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein zusätzliches Thema aus dem Gebiet randomisierte Algorithmen. Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p style="text-align: center;">- - -</p> <p>Two assessment components: Assessment component 1 (80%): Written or oral exam; the exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the notice board and on the faculty website. Assessment component 2 (20%): Written work (up to 10 pages) on a subject from randomised algorithms. To pass the examination, both assessment components have to be passed.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Juraj Hromkovič, Randomisierte Algorithmen. Teubner, 2004 Rajeev Motwani, Prabhakar Raghavan, Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, Probability and Computing, 2nd edition, Cambridge University Press, 2017</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5960 Partielle Differentialgleichungen (PN 405167) Partial Differential Equations
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Glück, Mironchenko, Wirth
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform / SWS / Contact hours per week:	3V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 30 Std. Übungsaufgaben + 75+75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 45+30 contact hours + 75 + 75 hours lecture and tutorials follow- up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Gewöhnliche Differentialgleichungen / Analysis I+II, Linear Algebra I+II, Ordinary Differential Equations Master Informatik / Master Computer Science Master AI Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Nach Beendigung dieser Lehrveranstaltung sind Studierende in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • Fragestellungen der Naturwissenschaften mithilfe von partiellen Differentialgleichungen (PDGI) zu modellieren. • Techniken für die analytische Lösung von Anfangsrandwertaufgaben für PDGI anzuwenden • die Wohlgestelltheit von Anfangsrandwertaufgaben für PDGI zu untersuchen. • das asymptotische Verhalten der Lösungen von PDGI zu analysieren. / The students will be able to <ul style="list-style-type: none"> • Model the questions of the natural sciences using the partial differential equations (PDEs). • Apply the techniques for the analytic solution of the initial boundary value problems for PDEs. • Analyze the well-posedness of the initial boundary value problems for PDEs. Analyze the asymptotic behavior of the solution of PDEs.

<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung durch partielle Differentialgleichungen • Partielle Differentialgleichungen erster Ordnung. • Sobolevräume • Anfangsrandwertaufgaben für elliptische, parabolische, und hyperbolische Gleichungen. • Darstellungsformeln für die Lösungen von linearen PDGI. • Asymptotik partieller Differentialgleichungen <p>/</p> <p>The following topics will be studied:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modeling via partial differential equations. • PDEs of the first order • Sobolev spaces • initial boundary value problems for elliptic, parabolic and hyperbolic PDEs • Representation formulas for linear PDEs • Asymptotics of PDEs •
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Zwei Teilleistungen: Teilleistung 1 (80%): 90 min Klausur oder ca. 30 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. Teilleistung 2 (20%): Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein vertiefendes Thema der PDGI. Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>/</p> <p>Examination in two parts: Part 1 (80%): 90-minute examination or 30-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester. Part 2 (20%): Written paper (up to 10 pages) on an advanced subject from PDEs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • To pass the examination both parts have to be passed.
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Tafelanschrieb, Online Lehre via Zoom</p> <p>/</p> <p>Blackboard, online teaching via Zoom.</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L. Evans. Partial Differential Equations, AMS, 2010. • W.A. Strauss. Partielle Differentialgleichungen, Vieweg, 1995. <p>C. Cryer. Numerik Partieller Differentialgleichungen (Vorlesungsskript)</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5970 Scaling Database Systems (PN 451016)
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:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hours exercises + 75 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierkenntnisse, Grundlagen Datenbanken- und Informationssysteme (DBIS I + II) Programming skills, fundamentals of databases and information systems (DBIS I + II)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden verstehen die Bedeutung von Skalierbarkeit bei der Verarbeitung von großen Datenmengen. Sie verstehen die Stärken und Grenzen von NoSQL Datenbanksystemen sowie den Zusammenhang zwischen der Architektur und der Leistungsfähigkeit eines Datenbankmanagementsystems.</p> <p>The students understand the importance of scalability when managing large amounts of data. They understand about strengths and limitations of NoSQL data stores and how database systems architecture enables performance.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, für ein konkretes Datenverarbeitungsproblem ein geeignetes NoSQL Datenbankmanagementsystem auszuwählen.</p> <p>The students are able to map a specific data management problem to a suitable NoSQL database management system.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz, eigene Optimierungen für Datenmanagementsysteme zu entwickeln und auch zu implementieren.</p> <p>The students have the competence to design their own optimizations for data management systems, as well as to implement them.</p>

Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> - Speicherung von großen Datenmengen in BigTable-basierten Systemen wie Hadoop File System (HDFS). - Verarbeitung von großen Datenmengen in MapReduce-basierten Systemen wie Hadoop. - Optimierung der Ausführung von SQL Anfragen auf großen Datenmengen (analog zu Hive und Spark). - - - - Managing large amounts of data in BigTable-based systems such as Hadoop File System (HDFS). - Processing large amounts of data in MapReduce-based systems such as Hadoop. - Optimized evaluation of SQL queries on large volumes of data (as done in Hive and Spark).
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Teil 1: Individuelles Programmierprojekt „miniHive“ in Python Teil 2: 60 min. schriftliche Klausur</p> <p>Part 1: Individual Programming project “miniHive“ in Python Part 2: 60-minute written examination</p> <p>Die Punkte für die Gesamtnote errechnet sich 70% aus Teil 1, und zu 30% aus Teil 2. The points for the final grade are computed as follows: 70% from part 1, 30% from part 2.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Flipped Classroom (Videos im Selbststudium, Vertiefung des Stoffes anhand von Übungsaufgaben im Präsenzstudium), begleitendes Programmierprojekt (Python).</p> <p>Flipped classroom (videos for self-study, in-class exercises), programming project (Python).</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Martin Kleppmann: <i>Designing Data-Intensive Applications</i>, O'Reilly, 2017.</p> <p>Chuck Lam: <i>Hadoop in Action</i>, Manning, 2010.</p> <p>Donald Miner, Adam Shook: <i>MapReduce Design Patterns</i>, O'Reilly 2012.</p> <p>Edward Capriolo, Dean Wampler, Jason Rutherglen: <i>Programming Hive</i>, O'Reilly 2012.</p> <p>Anand Rajaraman, Jeffrey Ullman: <i>Mining of Massive Datasets</i>, Cambridge University Press, 2020.</p> <p>Stefanie Scherzinger, <i>Build your own SQL-on-Hadoop Query Engine: A Report on a Term Project in a Master-level Database Course</i>, SIGMOD Record, June 2019.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5980 Text Mining (PN 405024)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Üblicherweise jedes Sommersemester Usually every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Mitrovic
Dozent(in) / Lecturer:	Mitrovic
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform	3V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 85 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 50 hours exercises + 85 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Programmierkenntnisse in Java oder Python. Linear Algebra, probability theory, programming in java or python
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden sollen die Grundlagen des Text-Mining verstehen. Sie erwerben Kenntnisse über textorientierte Algorithmen mit deren Hilfe Kerninformationen der verarbeiteten Texte schnell erkannt werden. The students have an understanding of the basic concepts of text mining. They know text-orientated algorithms for identifying core information of processed texts quickly. <u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden erwerben die Kompetenzen, einen Textkorpus zu analysieren und interessante Muster zu extrahieren. The students acquire the skills to analyse a text corpus and extract interesting patterns.
Inhalt / Course content:	Text-Mining ist ein Bündel von Algorithmus-basierten Analyseverfahren zur Entdeckung von Bedeutungsstrukturen aus un- oder schwachstrukturierten Textdaten. Qualitativ hochwertige Information wird in der Regel durch die Erkennung von Mustern und Trends abgeleitet. Dies beinhaltet Verfahren zur Strukturierung der Eingangstexte (in der Regel ein Parsing unter Berücksichtigung linguistischer Merkmale), eine

	<p>Mustererkennung und schließlich Auswertung und Interpretation der Ausgabe.</p> <p>Die folgenden Inhalte werden geboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Text Processing und Edit Distance • Language Modeling • Text Classification und Sentiment Analysis • Maxent Model und Named Entity Recognition • POS Tagging / Parsing • Lexical Semantics • Informationsextraktion • Trend und Topic Detection
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>90 min Klausur oder ca. 15 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>90-minute examination or 15-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Tafel, Projektor, Rechner Blackboard, projector, computer</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Christopher Manning und Hinrich Schütze. Foundations of Statistical Natural Language Processing Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, Introduction to Information Retrieval Eigenes Skriptum / Lecture notes</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5994 Numerik der Polynom- und rationalen Approximation (PN 485383)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30+15 Std. Präsenz, 50+55 Std. Eigenarbeitszeit (Bearbeitung der Übungsaufgaben und Nachbearbeitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung)
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I + II, Analysis I+II, Vorlesung zur Numerik
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Computational Mathematics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen nach dieser Vorlesung die Konzepte der Polynomapproximation und der rationalen Approximation. Sie verstehen die Tchebycheff-Approximation und deren numerische Anwendung. Insbesondere kennen und verstehen sie die unterschiedlichen Konvergenzeigenschaften für Funktionsklassen mit unterschiedlicher Regularität. <u>Fähigkeiten und Kompetenzen:</u> Die Studierenden können Approximationsverfahren implementieren, modifizieren und in gewissem Rahmen auch neu entwickeln. Insbesondere können sie Polynom-Approximation und rationale Approximation mit anderen Verfahren vergleichen und bewerten. Die Studierenden haben die Kompetenz, mit polynomialen und rationalen Approximationsverfahren theoretisch und praktisch umzugehen.
Inhalt / Course content:	Tchebycheff-Polynome zur Interpolation und Approximation, Baryzentrische Interpolation, Gibbs Phänomene, Aliasing, Kriterien zur Konvergenzgeschwindigkeit der Approximation, Runges Phänomen, Polynomiale und Rationale Best- und Near-Best-Approximation, Orthogonalpolynome, Carathéodory-Féjer-Approximation

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.
Medienformen / Media used:	Präsentation, Beamer, Übungsblätter
Literatur / Literature/reading list:	Lloyd N. Trefethen: Approximation Theory and Approximation Practice. SIAM, 2013

Modulbezeichnung / Module title:	5995 Advanced Imaging (PN 454020)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Methods"
Lehrform	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II, Bildverarbeitung Analysis I, II, Linear Algebra I, II, Basics of image and signal processing
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen fortgeschrittene, moderne Methoden der Bildverarbeitung. Students know advanced modern methods of image processing. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden können die Herleitung der Methoden nachvollziehen und darauf basierend neue Methoden entwickeln und adaptieren. Students are able to understand the derivation of methods and are able to use this ability to develop and adopt new methods. <u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden haben die Kompetenz, fortgeschrittene Konzepte und Methoden der Bildverarbeitung für konkrete Probleme einzusetzen und zu evaluieren. Students have the competences to use and evaluate advanced concepts and methods of image processing.
Inhalt / Course content:	Diffusionsmethoden für Entrauschen und Komprimierung, maschinelles Lernen, Impainting, Sparsity/Compressive Sensing

	Diffusion methods for noise reduction and compression, machine learning, inpainting, sparsity/compressive sensing
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Schriftliche Prüfung (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) Written exam (90 minutes) or oral examination (about 20 minutes)
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer Presentation and projector
Literatur / Literature/reading list:	Stockhausen, Methoden der Digitalen Signalverarbeitung Mallat, A Wavelet Tour to Signal Processing Originalarbeiten

Modulbezeichnung / Module title:	6020 Mathematical Logic (PN 455362)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser, N.N.
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz, 120+60 Std. Eigenarbeitszeit 60+30 contact hours, 120+60 hours independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algebra
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Nach Beendigung dieser Lehrveranstaltung sind Studierende in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • das Konzept einer formalen Sprache und der Logik 1. Stufe verstehen, • zwischen Syntax und Semantik zu unterscheiden, • die Interaktion von Axiomensystemen und Modellbildung nachzuvollziehen • und diese auf algebraische Theorien anzuwenden, • den Gödelschen Unvollständigkeitssatz wiederzugeben • sowie ein Thema der Mathematischen Logik eigenständig darzustellen.
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Formale Sprachen und Logik 1. Stufe • Gödelscher Vollständigkeitssatz • Einführung in die Modelltheorie • Modeltheorie einiger algebraischer Strukturen • Entscheidbarkeit • Gödelscher Unvollständigkeitssatz
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Zwei Teilleistungen: Teilleistung 1 (80%): 120-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben

	<p>Teilleistung 2 (20%): Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein zusätzliches Thema der mathematischen Logik</p> <p>Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>---</p> <p>Examination in two parts</p> <p>Part 1 (80%): 120-minute written or oral exam of about 30 minutes. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p> <p>Part 2 (20%): written work (up to 10 pages) on a subject from Mathematical Logic</p> <p>To pass the examination both parts have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Overhead, Beamer / slides, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • H. Hermes: Einführung in die mathematische Logik. Teubner 1976 • W. Hodges: A Shorter Model Theory. Cambridge University Press 2002 • Yu. I. Manin: A Course in Mathematical Logic. Springer 1977 • Prestel: Einführung in die Mathematische Logik und Modelltheorie. Vieweg 1992. • P. Rothmaler: Einführung in die Modelltheorie. Spektrum Akademischer Verlag 1995.

Modulbezeichnung / Module title:	6047 Digital Healthcare (PN 455409)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Jahr
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Englisch oder Deutsch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Erfolgreiche Absolvierung der Module „Mobile Human-Computer Interaction“ oder „Grundlagen der Mensch-Maschine Interaktion“, Kenntnisse in Python
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse</u></p> <p>Die Studierenden lernen die grundlegenden Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge kennen, um Daten im Bereich Digital Health zu erfassen, zu verarbeiten und zu bewerten unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an Sicherheit und Vertraulichkeit die an personen- und gesundheitsbezogenen sensiblen Daten gestellt werden. Die Studierenden kennen den grundlegend Entwicklungsstand im Bereich Digitalisierung im Gesundheitswesen. An Hand von Beispielbereichen wie Rettungsdienst und persönlichen Gesundheit wird dieser exemplarisch vermittelt und vertieft.</p> <p>Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Strukturen und Formate, in denen Gesundheitsdaten vorliegen können, sowie die zugehörigen rechtlichen Rahmenbedingungen.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können bestehende Lösungen im Bereich Digital Healthcare grundlegend bewerten und analysieren. Sie können Prototypen für mögliche Anwendungen und Systeme entwerfen und beschreiben und grundlegend mit Hilfe von geeigneten Prototyping-Werkzeugen beschreiben. Die hierfür notwendigen Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge, zum Beispiel zur Entwicklung von „Gesundheits-Apps“, werden beherrscht und können von den Studierenden eingesetzt werden. Die

	<p>Studierenden besitzen die Kompetenzen zur Konzipierung, Durchführung und Evaluation von Studien, und können bestehende Studienergebnisse grundlegend bewerten. Grundlegende sicherheitstechnische, rechtliche und ethische Aspekte bei der Umsetzung von Projekten im Bereich des Digital Healthcare sind den Studierenden bekannt und im Rahmen von Entwicklungstätigkeiten beachtet und die verschiedenen Phasen integriert.</p>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Allgemeiner Hintergrund und soziokulturelle Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Historische Entwicklung zu Evidence Based Care - Demokratisierung der Gesundheit/Gesundheitsvorsorge - Risiken und Chancen von Digital Healthcare <p>Gesundheitsdaten (Theorie)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Big Data - Productivity Paradox - Change-Management <p>Gesundheitsdaten (Praxis)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse eines Herz-EKG - Vorverarbeitung (z.B. SAX) - Statistische Auswertung (z.B. Student-T, Chi-Square) - Anomalie-Erkennung - Visualisierung <p>Studien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rechtliche Rahmenbedingungen (z.B. informed consent) - Ethikanträge - Design - Durchführung - Auswertung <p>Sicherheit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Safety vs. Security - Advanced Persistent Threats im medizinischen Sektor - Phishing, Spearphishing, Ransomware - Schutzvorkehrungen (z.B. AES) <p>Elektronische Patientenakten und Privatsphäre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau einer EPA - Datenquellen (z.B. Smartphones, Tracker, Genetische Datenbanken) - Gefährdung durch Daten (gläserner Patient) <p>Rechtliches</p> <ul style="list-style-type: none"> - Digitale-Versorgung-Gesetz - Medizinproduktgesetz - UMDNS, EDMS, GMDN <p>Hardware</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medical Devices - Zertifizierung von Medizinprodukten <p>Software</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsbereiche von Medizinssoftware - Guidelines für Gesundheitsapps - Konzeption einer App <ul style="list-style-type: none"> • Praktische Anwendung der Inhalte in den Präsenzübungen und sowie selbständige Vertiefung durch Bearbeitung der

	Übungsaufgaben.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Portfolio-Prüfung; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Projektor, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozent / von der Dozentin bekannt gegeben

Modulbezeichnung / Module title:	6061 Introduction to Deep Learning (PN 471616)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Lemmerich
Dozent(in) / Lecturer:	Lemmerich
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Methods"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung des Praktikums 60 contact hours + 120 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced Topics in Data Science or Introduction to AI Engineering, Python Programming Language
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Students will get to know about fundamentals of artificial neural networks, gain an overview on standard algorithms in the field as well as examples of recently proposed state-of-the-art techniques. Furthermore, students will get to know some standard tools to develop and apply deep learning techniques to machine learning problems. <u>Fähigkeiten / Abilities:</u> The students will be able to implement deep learning approaches to practical machine learning problems. They obtain the ability to choose and improve neural network architectures suitable for specific machine learning tasks. <u>Kompetenzen / Competencies:</u> Students will strengthen their competence to analyze and assess algorithms for machine learning. Participants will learn to develop problem-oriented solutions with deep learning approaches independently.
Inhalt / Course content:	The course will give an overview on the fundamentals and current approaches for deep learning and its main applications fields. In particular, it will cover: <ul style="list-style-type: none"> ● Basics of Representation Learning ● Perceptron Learning ● Feedforward Neural Networks ● Gradient Descent and Backpropagation ● Regularization in Deep Learning

	<ul style="list-style-type: none"> ● Convolutional Neural Networks ● Recurrent Neural Networks ● Autoencoders ● Adversarial Training ● Graph Neural Networks ● Applications of Deep Learning for Text, Sequences, and Images <p>Explainability and Deep Learning</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 minutes written or 20 minutes oral exam depending on the number of participants. The students will be informed about the exact type of exam by the beginning of the semester
Medienformen / Media used:	Presentations with beamer, whiteboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. <i>Deep learning</i>. MIT press, 2016.</p> <p>Aggarwal, Charu C. "Neural networks and deep learning." <i>Springer</i> 10 (2018): 978-3.</p> <p>Additional literature will be announced at the beginning of the semester.</p>
Hinweis:	<p>Das Modul ersetzt das alte Modul „5956 Deep Learning“ - keine Doppelanrechnung möglich!</p> <p>The module replaces the old module "5956 Deep Learning" - no double crediting possible!</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6062 Introduction to AI Engineering (PN 470013)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Lemmerich
Dozent(in) / Lecturer:	Lemmerich
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Compulsory Modules
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 contact hours + 105 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	-
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge:</u> Students will get to know about fundamentals of artificial intelligence engineering. They will learn basic concepts and key terminology for the field. They will also learn about the main problem fields, fundamental algorithms and applications of Artificial Intelligence Engineering.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> The students will learn to identify the appropriate formal problem setting to practical problems and will be able to put state-of-the-art solutions into an appropriate context.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u> Students will strengthen their competence to categorize, analyze, and assess algorithms for artificial intelligence engineering. Participants will learn to develop problem-oriented solutions with artificial intelligence approaches independently.</p>
Inhalt / Course content:	<p>This class provides the obligatory introduction for the master program AI Engineering. The course will provide an overview on the fundamentals of Artificial Intelligence Engineering, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definitions of Artificial Intelligence and Intelligent Agents • Uninformed, Informed, and Local Search • Logic, Reasoning and Knowledge Representations • Basics of Traditional Machine Learning • Deep Learning

	<ul style="list-style-type: none">• Reinforcement Learning• Practical issues of Engineering AI applications• Applications of AI, e.g. on text and image data
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 minutes written or 20 minutes oral exam depending on the number of participants. The students will be informed about the exact type of exam by the beginning of the semester
Medienformen / Media used:	Presentations with projector, whiteboard
Literatur / Literature/reading list:	Russell, S., and P. Norvig. "Artificial intelligence-a modern approach, 4th edition" (2020). Additional literature will be announced at the beginning of the semester.

Modulbezeichnung / Module title:	6063 Applied Artificial Intelligence Lab (PN 471615)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Lemmerich
Dozent(in) / Lecturer:	Lemmerich
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung des Praktikums 60 contact hours + 120 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Python Programming Language Advanced Topics in Data Science or Introduction to AI Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Students will learn about standard tools and techniques to engineer solutions to realistic problem settings in the field of artificial intelligence, in particular machine learning. Students will also learn about state-of-the-art approaches for their particular topic.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Students will obtain the ability to systematically assess and analyze a problem setting, identify relevant approaches from literature, develop and implement solutions with suitable tools and frameworks, and engineer and/or combine different approaches to obtain the best possible results.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u> Students will strengthen their competence in analyzing and assessing algorithms for machine learning. Participants will learn to plan projects, implement solutions, meet milestones, and communicate results.</p>
Inhalt / Course content:	Artificial Intelligence, in particular machine learning, is more and more applied in a wide range of real-world settings. In this application-focused course, students will work in small teams to engineer AI solutions to given practical scenarios. Each team will be provided a specific problem setting, e.g. from scientific challenges like the KDD Cup or a Kaggle competition. Typically, such a setting consists of a dataset, a specific task (e.g., a prediction or recommendation task), and an evaluation measure for obtained results. Under guidance, each team will

	<p>then perform the necessary steps to develop and optimize their solution, generally including:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data understanding and exploration 2. Data Preprocessing 3. Feature selection and engineering 4. Model validation 5. Hyperparameter optimization 6. Ensembling <p>Results of the individual teams will be presented in the course by each team to the other course participants in small presentations and summarized in a project report.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Portfolio exam based on the suitability, implementation and refinement of the chosen methods, the achieved results, and communication/presentation of the project. Given minimum requirements, presentational aspects should influence the grade by no more than 30%.</p> <p>Potential elements of the portfolio are: Code with documentation, a written report on the outcome of the project (max. 8 pages), presentations given over the course of the semester and a final examination conversation (max. 10 minutes) with each individual participant.</p> <p>Within the team presentations, each participant showcases her/his own personal contribution to the project. Additionally, participants declare in written form their individual contributions to the project design, code and report.</p> <p>Details on the assessment including count and length of the presentations will be announced at the beginning of the course.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Presentations with projector, whiteboard</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Specific literature for each topic will be announced at the beginning of the semester.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6064 Responsible Machine Learning (PN 471616)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Sommersemester Summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Lemmerich
Dozent(in) / Lecturer:	Lemmerich
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Methods"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung 60 contact hours + 120 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Fundamentals of Machine Learning as taught for example in Advanced Topics in Data Science and/or Introduction to AI Engineering, Python Programming Language
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Computational Mathematics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Students will get to know about the main aspects of applying machine learning responsibly in sensitive settings, e.g., when working with behavioral data. This covers the problem settings, challenges, and main algorithmic approaches for explainable, fair, privacy-aware, and reliable machine learning.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> The students will be able to identify potential issues of machine learning and artificial intelligence applications and apply appropriate measures to address them. Students will improve their ability to assess, select and implement solutions for machine learning tasks, specifically when working with data from or about human behavior.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u> Students will strengthen their awareness with respect to algorithmic transparency, fairness, privacy, and reliability. They will improve their competence to critically assess artificial intelligence approaches with sensitive data. Participants will learn to develop problem-oriented machine learning solutions for sensitive data independently.</p>
Inhalt / Course content:	The course will give an overview on the main challenges and current approaches for responsible machine learning. A focus of this module will be on explainable and interpretable

	<p>approaches to machine learning, specifically for classification. It will discuss the relevancy of interpretability and will introduce white-box learning algorithms (e.g., decision tree learning, rule-based classification and simple regression models) and methods to explain black-box solutions (e.g., LIME, counterfactual explanations).</p> <p>The course will also cover the challenges of biases and fairness in machine learning, and will cover how these can be measured at an individual or at a group level. Students will also get to know about algorithms to counteract such biases with pre-, in-, or post-processing methods.</p> <p>In addition, the course will also provide an overview and introduce key approaches of privacy-aware machine learning, and reproducibility issues in machine learning.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 minutes written or (about) 20 minutes oral exam depending on the number of participants. The students will be informed about the exact type of exam by the beginning of the semester
Medienformen / Media used:	Presentations with beamer, whiteboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Molnar, Christoph: <i>Interpretable machine learning</i>, 2nd edition, 2020. Online book available at https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/.</p> <p>Solon Barocas, Moritz Hardt, Arvind Narayanan: <i>Fairness and Machine learning - Limitations and Opportunities</i>, 2017. Online book available at https://fairmlbook.org/pdf/fairmlbook.pdf</p> <p>Additional literature can be announced at the beginning of the semester.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6070 Markov Chain Monte Carlo Markov Chain Monte Carlo	(PN 482521)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular	
Moduldauer / Module duration:	1 Semester	
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rudolf	
Dozent(in) / Lecturer:	Rudolf	
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English	
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group „Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling“ and “Artificial Intelligence Methods”	
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 1UE	
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 105 hrs independent study and exam preparation	
ECTS Leistungspunkte / credits:	7	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None	
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, Einführung in die Stochastik, Maß- und Integrationstheorie Functional analysis, Probability theory, Introduction to stochastics, Measure and integration theory	
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Keine None	
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bzgl. der Theorie von Markovketten auf allgemeinen Zustandsräumen. Sie kennen und verstehen verschiedene Algorithmen zum approximativen Simulieren von Verteilungen basierend auf Markovketten (z.B. Slice Sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-run). Darüberhinaus erlangen die Studierenden vertiefendes Wissen über Beweistechniken zum Verifizieren der Konvergenz von Markovketten und sind in der Lage diese Methoden anzuwenden.</p> <p>The students acquire a systematic understanding of the theory of Markov chains on general state spaces. They know and understand advanced algorithms for approximate sampling based on Markov chains (e.g. slice sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-run). Beyond that the students obtain deep knowledge about proof techniques to verify</p>	

	convergence results for Markov chains and are able to apply this methodology.
Inhalt / Course content:	<p>Motivation zum approximativen Sampling, Theorie von Markovketten, Verschiedene algorithmische Verfahren (z.B. Slice Sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-run), Wasserstein Abstand, Ergodensätze</p> <p>Motivation of approximate sampling, Theory of Markov chains, Different algorithmic approaches (e.g. Slice Sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-run), Wasserstein distance, Ergodic theorems</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Entweder 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben</p> <p>Either written exam (90 minutes) or oral exam (about 20 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und/oder Beamer Presentation with a projector or blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>R. Douc, E. Moulines, P. Priouret, P. Soulier, Markov Chains, Springer, 2018 A. Klenke, Probability theory: A Comprehensive Course, Springer, 2014.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6080 Computational Linguistics (PN 455396)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Hautli-Janisz
Dozent(in) / Lecturer:	Hautli-Janisz
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Information Retrieval and Natural Language Processing, Data Science oder Data Mining and Machine Learning
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Computational Mathematics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Skills:</u> Students gain an overview of the main concepts, research questions and methodological frameworks in computational linguistics. The course covers the areas of phonetics, morphology, syntax, semantics and pragmatics and presents the core methods and challenges for language processing in these subfields of CL. Students also gain insights into a number of current topics in applied computational linguistics, such as Machine Translation, Question Answering, Chatbots & Dialogue Systems and Search.</p> <p><u>Abilities:</u> Successful candidates understand the general challenges that language poses for automatic processing. Based on their knowledge across subfields of CL, they can discuss the ways in which linguistic information can be encoded for computational modeling and they can also identify those methods that are most appropriate for processing it. For those areas of applied computational linguistics that are covered in the course, students understand the standard approaches, challenges and limitations of the state of the art.</p> <p><u>Competencies:</u></p>

	<p>Successful candidates can transfer their knowledge in computational linguistic modeling to different settings, languages and research questions. They are able to reflect on everyday computational linguistic applications like virtual assistants and machine translation systems. They can also provide a preliminary judgement as to what extent particular applications require more in-depth computational linguistic modeling.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Computational linguistics (CL) is the scientific and engineering discipline concerned with understanding written and spoken language from a computational perspective, and building systems that usefully process and produce language (https://plato.stanford.edu/entries/computational-linguistics/). It is one of the central components of everyday technology, from web search to machine translation. In this course we will cover the main concepts, research questions and methodological frameworks in the area.</p> <p>Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phonetics and Speech Signal Processing • Syntactic Parsing • Computational Semantics • Computational Lexical Semantics • Computational Pragmatics • Corpora and Annotation • Lexical Resources • Classification and Clustering • Statistical Tests and Evaluation • Machine Translation • Question Answering • Chatbots & Dialogue Systems
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90min Klausur / 90min written exam
Medienformen / Media used:	Presentation with projector
Literatur / Literature/reading list:	<p>Basics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Speech and Language Processing. 2022. Dan Jurafsky and James Martin, 3rd ed. draft online (https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/) • The Handbook of Computational Linguistics and Natural Language Processing. 2010. Alexander Clark et al. (editors). Blackwell Publishing Ltd (https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444324044) • Foundations of Statistical Natural Language Processing. 1999. Chris Manning and Hinrich Schütze. MIT Press (https://nlp.stanford.edu/fsnlp/) <p>For more advanced literature, see lecture slides.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6090 Security of Computer and Embedded Systems (PN 455385)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kavun
Dozent(in) / Lecturer:	Kavun
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills</u></p> <p>Die Studierenden lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Komplexität der Sicherheitslandschaft, • die potenziellen Schwachstellen, die damit verbunden sind, z.B. Authentifizierung, Datenintegrität, • die Vor- und Nachteile verschiedener Prinzipien der Informationssicherheit, • die Risiken von Sicherheitslücken verstehen. <p>Students get to know</p> <ul style="list-style-type: none"> • the complexity of the security landscape, • the potential vulnerabilities associated, e.g., authentication, data integrity, • the advantages and disadvantages different information security principles, • understand the risks of security vulnerabilities. <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden üben</p> <ul style="list-style-type: none"> • ein detailliertes Verständnis industriell relevanter Fragen im Zusammenhang mit Rechnersicherheit und eingebettete Sicherheit,

	<ul style="list-style-type: none"> • die Fähigkeit, Material präzise und dennoch umfassend zu präsentieren und dieses Material angemessen auf das betreffende Publikum auszurichten. <p>Students practice</p> <ul style="list-style-type: none"> • a detailed understanding of industrially relevant issues relating to computer security and embedded security, • the ability to present material in a concise yet comprehensive manner and to target that material appropriately to the audience in question. <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen Arten von Rechnerangriffen und deren Auswirkungen auf die Sicherheit und Datenschutz, • die Grundprinzipien der Informationssicherheit, • einige praktische Kenntnisse darüber erlangen, wie diese Prinzipien und Implementierungstechnologien verwendet werden können, um eine bessere Daten- und Systemsicherheit zu gewährleisten. <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • gain awareness on the different types of computer attacks and their effect on data security and privacy, • get an understanding of the fundamental principles of information security, • get some practical knowledge of how these principles and implementing technologies can be used to ensure better data and system security.
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Dieses Modul bietet eine Einführung in die Rechnersicherheit und die eingebettete Sicherheit. Dieses Modul konzentriert sich insbesondere auf Ansätze und Techniken zum Aufbau sicherer Systeme und zum sicheren Betrieb von Systemen.</p> <p>Das Modul erfordert ein Verständnis der mathematischen Konzepte (z. B. Modulo-Arithmetik, komplexe Zahlen, Gruppentheorie) und Logik (Mengenlehre, Prädikatenlogik, natürliche Deduktion). Darüber hinaus erfordert das Modul ein Verständnis einer Programmiersprache (z. B. Python, C) und grundlegende Kenntnisse in der Softwareentwicklung. Einige Übungen erfordern Linux und Shell Grundlagen.</p> <p>This module provides an introduction into computer security and embedded security. In particular, this module focuses on approaches and techniques for building secure systems and for the secure operation of systems.</p> <p>The module requires an understanding of mathematical concepts (e.g., modulo-arithmetic, complex numbers, group theory) and logic (set theory, predicate logic, natural deduction). Moreover, the module requires an understanding of a programming language (e.g., Python, C) and basic software engineering knowledge. Some exercises require a basic command of Linux in general and the command line (shell) in particular.</p>

	<p>Das Modul beinhaltet die Themen / The module includes the topics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Rechtersicherheit / Computer Security Fundamentals • Zugangskontrolle / Access Control • Eingebettete Systeme / Embedded Systems • Sicherheitsbedürfnis in eingebetteten Systemen / Need for Security in Embedded Systems • Kryptografische Grundlagen / Cryptographic Foundations • Krypto-Angriffe / Attacking Crypto • Public Key-Infrastrukturen (PKIs) / Public Key Infrastructures (PKIs) • Digitale Signaturen / Digital Signatures • Sicherheitsprotokolle / Security Protocols • Formale Analyse von Sicherheitsprotokollen / Formal Analysis of Security Protocols • Sicherer Software-Entwicklungslebenszyklus (SSDL) / Secure Software Development Lifecycle (SSDL) • Bedrohungsmodellierung / Threat Modeling • Common Vulnerability Scoring System (CVSS) • Sicherheitslücken in der Software / Software Vulnerabilities • Sichere Programmierung / Secure Programming • Sicherheitstests: Grundlagen, Fuzzing, statische Analyse / Security Testing: Basics, Fuzzing, Static Analysis • Sicherheit von Komponenten von Drittanbietern / Security of Third-Party Components • RFID-Sicherheit / RFID Security • Hardware Fingerprinting & IC Security / Sicherheit von Integrierte Schaltungen
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>60 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung in englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> <p>Written exam (60 minutes) or oral exam in English (about 20 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Präsentation und Beamer, Tafel / Presentation and projector, blackboard</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>J. Gersting. Mathematical Structures for Computer Science. WH Freeman, 7th edition, 2016.</p> <p>R. J. Anderson. Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. John Wiley & Sons Inc., 1st edition, 2001.</p> <p>A. J. Menezes, S. A. Vanstone, and P. C. V. Oorschot. Handbook of Applied Cryptography. CRC Press Inc., 5th edition, 2001.</p> <p>M. Howard, D. LeBlanc, and J. Viega. 24 Deadly Sins of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them. McGraw-Hill Inc., 1st edition, 2010.</p>

	<p>UND / AND</p> <p>In der Vorlesungen und Übungen werden Online-Ressourcen bereitgestellt und spezifische Literatur angesagt.</p> <p>Online resources will be provided and specific readings will be announced during the lectures and exercise sessions.</p>
--	--

Modulbezeichnung / Module title:	6100 Maschinelles Lernen, Regelung und Optimierung Machine Learning, Control and Optimization (PN 455398)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Schönlein / Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Schönlein / Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform/SWS:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz + 90+90 Std. Eigenarbeitszeit / 60 contact hours + 90+90 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Computational Mathematics
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Optimierung <i>oder</i> Mathematik in Technischen Systemen I – III sowie Mathematische Systemtheorie --- Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Ordinary Differential Equations, Optimization <i>or</i> Mathematics in Technical Systems I-III and Mathematical Systems Theory
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien der datenbasierten Regelung dynamischer Systeme. Dazu kennen sie Methoden zur Behandlung von Datensätzen und zur datenbasierten Identifikation dynamischer Systeme. Ferner verfügen sie über relevante Techniken der mathematischen Optimierung. Sie sind in der Lage stabilisierende, datenbasierte LQR-Regler zu entwerfen. / The participants are familiar with the fundamental concepts of data-based control. They know methods from data analysis and data-driven system identification of dynamical systems. They are able to apply relevant techniques from optimization. Also they can design stabilizing, data-based LQR controllers.

	<p><u>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies:</u> Die Studierenden beherrschen die Grundsätze der Datenkompression, sowie der Gruppierung von Daten. Sie sind in der Lage entsprechende Verfahren auf gegebene Datensätze anzuwenden. Zudem können die Studierenden unterschiedliche Verfahren zur Identifikation dynamischer Systeme auf gegebene Datensätze anwenden. Ebenso können sie Regelungsaufgaben datenbasiert formulieren und beherrschen wesentliche Ansätze für den datenbasierten Reglerentwurf.</p> <p>/</p> <p>The participants can analyze given data sets with respect to dimensionality reduction and clustering. They can apply different techniques for data-based system identification. They can design algorithms for these purposes. They are capable of formulating various data-driven control tasks and are able to design appropriate data-based controllers.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Datenkompression, Hauptkomponenten-Analyse, Gruppierung, Lloyd Algorithmus, Support-Vector Machines, Kern-Trick, Eigensystem-Realisierungsalgorithmus. Beobachter-Kalman Filter Identifikation. Zusammenhang zwischen Systemidentifikation und dem Koopman Operatortheorie. Datenbasierte Regelung, linear-quadratische optimale Steuerung, Dateninformativität, Semi-Definite Programme, stochastische Gradientenverfahren</p> <p>---</p> <p>Dimensionality reduction, principal component analysis, clustering, Lloyd's algorithm, support vector machines, kernel trick, eigensystem realization algorithm, connection between system identification and Koopman operator theory, observer-Kalman filter identification, data-driven linear-quadratic regulator problem, data informativity, semi-definite programming, stochastic gradient descent</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min Klausur oder ca. 30 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> <p>---</p> <p>90-minute written examination or 30-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced at the beginning of the semester</p>
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer, Vorlesungsskript, Übungsblätter / blackboard, projector presentation, lecture notes, exercise sheets
Literatur / Literature/reading list:	<p>S.L. Burton, J.N. Kutz: Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems and Control, Cambridge University Press, 2019.</p> <p>De Persis, C., Tesi, P.: Formulas for Data-Driven Control: Stabilization, Optimality and Robustness, <i>IEEE Transactions on Automatic Control</i> 65 (3): 909 – 924, 2020.</p> <p>van Waarde, H., Eising, J., Trentelman, H., Camlibel, K.: Data Informativity: A New Perspective on Data-Driven Analysis and Control. <i>IEEE Transactions on Automatic Control</i> 65 (11): 4753 – 4768, 2020.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6101 Complex Dynamic Networks (PN 471515)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Schönlein / Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Schönlein / Wirth
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform	2V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I + II, Linear Algebra I+II, Ordinary Differential Equations
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</p> <p>Die Studierenden kennen die Grundlagen der mathematischen Modellierung komplexer Systeme wie kausale Loop Diagramme. Sie verstehen den Einfluss von Rückkopplungen unter den Komponenten komplexer dynamischer Netzwerke. Die Studierenden sind in der Lage komplexe Netzwerke zu visualisieren und zu simulieren. Sie kennen verschiedene Maße für die Strukturanalyse komplexer Netzwerke.</p> <p>The participants are familiar with the fundamentals of modeling complex systems, such as causal loop diagrams. They command methods for creating mathematical models in science and engineering. They are aware of feedback interactions among the components of complex dynamic networks. The students are able to visualize and simulate complex networks. They know measures and metrics capturing features of network structures.</p> <p>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies:</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage mathematische Modelle für reale Systeme zu erstellen. Sie können komplexe Systeme untersuchen indem sie Simulationen erstellen und verschiedene Struktureigenschaften analysieren.</p> <p>The students are able to create mathematical models for real-world systems. They are able to draw conclusions based on visualizations, simulations and structural analysis.</p>

<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Folgende Themen werden behandelt: Modellierung komplexer Systeme (Kausale Loop Diagramme), Darstellung komplexer Systeme, Strukturanalyse komplexer Systeme (Zentralitätsmaße, PageRank, Gruppenbildung), Synchronisation gekoppelter Systeme, Populations- und Epidemie-Modelle</p> <p>The following topics will be covered: modeling complex systems (causal loop diagrams), visualization and simulation of complex systems, analysis of topological properties (centrality measures, PageRank, clustering), population and epidemic models</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>90-minute examination or 20-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Tafelanschrieb, Online Lehre via Zoom / Blackboard, online teaching via Zoom</p> <p>Blackboard, online teaching via Zoom</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • H. Sayama. Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. Open SUNY Textbooks, 2015. • J. Sterman. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Higher Education, 2000. • S. Meyn. Control Techniques for Complex Networks. Cambridge University Press, 2008. • M. Newman. Networks. 2nd Ed. Oxford University Press, 2018.

Modulbezeichnung / Module title:	6111 Classical Limit Theorems & Large deviations (PN 451019)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	unregelmäßig/ irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor	Prochno
Dozent(in) / Lecturer:	Prochno
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Algorithmic Engineering and Mathematical Modelling"
Lehrform/SWS/ Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung / 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung/ Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse/ Recommended skills:	Einführung in die Stochastik Wahrscheinlichkeitstheorie
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills:</p> <p>Die Studierenden bekommen ein vertieftes Verständnis klassischer Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitstheorie und lernen die grundlegenden Konzepte sowie Techniken der Theorie der großen Abweichungen kennen.</p> <p>Students obtain a deeper understanding of classical limit theorems in probability and learn the fundamental concepts and methods of large deviations theory.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities:</p> <p>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.</p> <p>Students practice handling the methods developed and used in probability theory, in particular large deviations theory, which</p>

	<p>are intimately related to functional analysis, probability theory, (discrete and convex) geometry, and computer science.</p> <p>Kompetenzen / Competencies:</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte und Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie, speziell der Theorie der großen Abweichungen, bei konkreten Fragestellungen anzuwenden.</p> <p>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.</p>
Inhalt / Course content:	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Das Modul beinhaltet Elemente aus/ the module covers elements from:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kolmogorov's L1-Version des SGGZ/Kolmogorov's L1 version of the SLLN • Lindeberg's Zentraler Grenzwertsatz/ Lindeberg's central limit theorem • Lindeberg Methode/ Lindeberg's method • Legendre Transformation/ Legendre transform • Kumulantenerzeugende Funktion/ cumulant generating function • Satz von Cramér/ Cramér's theorem • Satz von Cramér (heavy tails version)/ Cramér's theorem (heavy tails version) • Prinzipien großer Abweichungen/Large deviation principles

	<ul style="list-style-type: none"> • Kontraktionsprinzip/ Contraction principle • Varadhan's Variationslemma/ Varadhan's variational lemma • Satz von Sanov/ Sanov's theorem • Anwendungen in Funktionalanalysis, theoretischer Informatik/ Applications in functional analysis, theoretical computer science
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) in deutscher oder englischer Sprache; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> <p>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.</p>
Modulnote:	<p>Entspricht der Note der Prüfung</p> <p>The grade corresponds to the one from the oral examination</p>
Medienformen:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel/ Tablet</p> <p>Presentation and projector, blackboard/tablet</p>
Literatur:	<p>J. Prochno: Classical limit theorems & large deviations, Lecture notes, 2020</p> <p>F. Den Hollander: Large Deviations, Fields Institute Monographs, Volume 14, 2000</p> <p>A. Dembo, O. Zeitouni: Large Deviations Techniques & Applications, Springer, 2010</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6140 Exemplary & Effective Programming (PN 413152) (in C++ with CoCoALib)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	einmalig/irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Abbott
Dozent(in) / Lecturer:	Abbott
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Systems Engineering"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4 SWS
Arbeitsaufwand / Workload:	56 hours' lectures & project meetings; 124 hours' study & project work. <ul style="list-style-type: none"> • First phase: 4 weeks of lectures (4 hours/week). • Second phase: 10 weeks for individual programming projects: 2 hours/week group progress meeting, and 2 hours/week technical discussions. <p>Projects involve implementing (in C++, using CoCoALib) advanced algorithms from computer algebra and/or number theory.</p>
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	<ul style="list-style-type: none"> • Access to a development environment for C++ (req. C++14 standard) (e.g. g++ & make on linux, clang & make on MacOS, Cygwin environment on Microsoft). • Masters students: access to profiling tools (e.g. gprof, valgrind and kcachegrind) • Basic knowledge of procedural programming & classes (e.g. C++, Java or Python). • Basic algebra: finite fields, polynomial rings. • Recommended: basic algebra & number theory, computer algebra. • Not required: numerical analysis.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Bachelor Mathematics Master Computational Mathematics Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Knowledge Participants acquire experience programming in a team on an established body of software: how and when to interact with other team members (incl. bug-tracking tools); software quality guarantees (e.g. exception-safety, thread-safety); where and how to "optimize" an implementation; how to document program code, and how to read and interpret existing documentation; design of efficient and effective data-structures (i.e. "classes" in C++).

	<p>Abilities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ability to work in an established team, planning and understanding different working roles. • Ability to give constructive criticism to other team members, and ability to accept constructive criticism from other team members. • Ability to faithfully represent advanced mathematical structures through programming object classes. • Ability to write high quality, maintainable software library code with documentation; incl. accurately delineating input conditions and output guarantees. • Ability to implement proper, comprehensive error handling (e.g. avoiding memory leaks, corrupt structures, dangling references, etc). • Ability to use compilation build systems, and understand error messages. • Ability to design thorough test suites (often in parallel with development and debugging). • [Master] Ability to determine where and how to “optimize” program code (incl. understanding trade-offs, and when not to “optimize”) <p>Competences</p> <ul style="list-style-type: none"> • Team membership: effective inter-communication. • Effective interface/API design (esp. ease of use). • Effective development (and debugging). • Effective documentation writing. • Effective reading & understanding of source code written by others. • Effective & safe use of on-line resources (e.g. cppreference, BOOST, StackOverflow). • Master only - Effective “optimization” (e.g. via profiling).
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Using C++ as a vehicle, participants acquire experience programming in a team on an established body of software: namely CoCoALib, an open-source C++ library for computations in commutative algebra, which already includes several fundamental data-structures and algorithms. Building on top of the foundations of CoCoALib, students are required to design and develop efficient, robust implementations of advanced algorithms from the realms of computer algebra and/or number theory. They will aspire to achieving quality high enough to permit incorporation into the CoCoALib library.</p> <p>Students gain practical knowledge: how and when to interact with other team members (incl. bug-tracking tools); software quality guarantees (e.g. exception-safety, thread-safety); how to document program code, and how to read and interpret existing documentation; design & testing of efficient and effective data-structures (i.e. \classes” in C++).</p> <p>Masters only: where and how to \optimize” an implementation (incl. using specific profiling tools).</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Final oral presentation ~30 min (incl. demo): Present what was achieved, and justify design decisions (with support from profiling tools for Masters students). If implementation incomplete, explain why. Potentially give ideas for future development. • Deliver (electronic copy) source code of implementation & test suite.

	<ul style="list-style-type: none">• Deliver (electronic copy) documentation: both for users and for maintainers; helpful examples.
Medienformen / Media used:	
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none">- Kreuzer & Robbiano Computational Commutative Algebra (vols 1, 2)- H. Cohen A Course in Computational Algebraic Number Theory- V. Shoup A Computational Introduction to Number Theory and Algebra www.shoup.net- S. Meyers Effective C++ (book series)

Modulbezeichnung / Module title:	6160 Cooperative Autonomous Vehicles (PN 455393)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Vinel
Dozent(in) / Lecturer:	Vinel
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Basics of probability theory
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Skills/Knowledge</u> Students acquire basic knowledge about cooperative automated/autonomous vehicles as well as advanced driver assistance systems. They learn about the concepts of cooperative awareness, collective perception, and cooperative maneuvering. They become familiar with inter-vehicular communication technologies.</p> <p><u>Abilities</u> Students acquire the abilities to apply discussed techniques for the performance evaluation of contemporary vehicle-to-everything communications standards. They are able to design protocols to support cooperative autonomous driving given specified application requirements and to assess cooperative autonomous driving scenarios in terms of their safety.</p> <p><u>Competencies</u> Students learn to classify computation, communication and decision-making architectures for cooperative autonomous vehicles, evaluate advantages and disadvantages of cooperative maneuvering approaches, to select appropriate methods for the analysis of inter-vehicular communication protocols.</p>
Inhalt / Course content:	The module includes the topics on vehicular automation levels, cooperative awareness and decentralized environmental notifications, collective perception, cooperative maneuvering, vehicular platooning, cooperative video systems, intelligent

	intersections, vehicle to mobile edge computing server connectivity, 5G vehicular communication paradigms, ITS-G5 communication standards, age-of-information and semantics aware communications.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur 90-minute written examination
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Tafel Presentation and projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Nach Ansage in der Vorlesung Announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	25940 Recht des Datenschutzes und der Datensicherheit – Data Protection Law and Data Security (PN 861001)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Hennemann (Juristische Fakultät / Faculty of Law)
Dozent(in) / Lecturer:	Hennemann
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group “Cross-Cutting Concerns“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 120 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Im Ergebnis sollen die Studierenden datenschutzrechtliche Sachverhalte rechtlich zutreffend erfassen und einordnen können, sowie ein allgemeines Problembewusstsein für die Rechtsfragen im Datenschutz entwickeln.
Inhalt / Course content:	Die Vorlesung soll bei den Studierenden ein grundlegendes Bewusstsein für die rechtlichen Probleme des Datenschutzes schaffen. Dabei werden zunächst die rechtlichen Grundlagen des nationalen, europäischen und internationalen Datenschutzrechts, sowie die Ziele des Datenschutzrechts, erläutert. Nachfolgend liegen die Schwerpunkte der Vorlesung auf den Akteuren im Datenschutzrecht, der Datenverarbeitung, den Betroffenenrechten und der Datensicherheit. Abschließend wird auch die Rechtsdurchsetzung im Datenschutzrecht und das Zusammenspiel des Datenschutzrechts mit anderen Rechtsgebieten thematisiert. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf aktuelle Entwicklungen in Rechtsprechung, Staat und Gesellschaft gelegt.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 bis 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (zwischen ca. 15 und ca. 30 Minuten)
Medienformen / Media used:	Powerpoint-Präsentationen
Literatur / Literature/reading list:	Beck-Texte dtv, Datenschutzrecht, 13. Auflage 2021

	<p>Kühling/Klar/Sackmann, Datenschutzrecht, 5. Auflage 2021</p> <p>Rüpke/v. Lewinski/Eckhardt, Datenschutzrecht, 2018 (2. Auflage erscheint vss. im Juni 2022)</p> <p>Tinnefeld/Buchner/Petri/Hof, Einführung in das Datenschutzrecht, 7. Auflage 2019</p>
--	--

Modulbezeichnung / Module title:	32820 Organizational and Competitive Strategy (PN 264190)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Häussler (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Häussler / Figge
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group “Cross-Cutting Concerns“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	Lecture: 2 SWS (30 hrs. class instruction, 65 hrs. self-study) Exercise Class: 2 SWS (15 hrs. class instruction, 40 hrs. self- study) Calculation is based on: every hr. per sem. week corresponds to 60 minutes. One semester is presumed to consist of 15 weeks, i.e. 14 course and 1 exam week.
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	In accordance with § 3 of the Study and Examination Regulations for the master’s degree programme Business Administration.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<ul style="list-style-type: none"> • To understand concepts in the analysis of competition and strategy. • To master basic tools and instruments used in this analysis. • To apply the theoretical concepts to real-world examples. • To be able to evaluate corporate strategies and to analyze competitive environments.
Inhalt / Course content:	<p>This lecture focuses on the organizational and strategic challenges companies face in order to obtain a sustainable competitive advantage. It engages in an application-oriented analysis of intercompany interaction along the value chain. Using simple game theoretic models, we discuss how companies decide for strategic moves in order to attain competitive advantages.</p> <p>Amongst others, central topics will be pricing decisions, market entry decisions, intellectual property protection, network effects, and vertical relations within the value chain.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Final exam 60 minutes Final exam: 100%
Lehrformen / Teaching form:	<ul style="list-style-type: none"> • Interactive lecture • Discussion of contents

	<ul style="list-style-type: none">• Discussion of questions and case studies linked to the organizational and competitive strategy of companies• Interactive surveys and classroom experiments
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none">• Besanko/Dranove/Shanley/Schaefer (2010): Economics of Strategy, John Wiley & Sons 2010• Dixit/Nalebuff (2010): The Art of Strategy: A Game Theorist's Guide to Success in Business and Life, Norton Paperback• Selected essays and journal articles

Modulbezeichnung / Module title:	32900 Strategy for High-Tech Startups (PN 264509)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Häussler (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Häussler / Figge
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Cross-Cutting Concerns"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	Lecture: 2 SWS (30 hrs. class instruction, 65 hrs. self-study) Exercise Class: 2 SWS (15 hrs. class instruction, 40 hrs. self-study) Calculation is based on: every hr. per sem. week corresponds to 60 minutes. One semester is presumed to consist of 15 weeks, i.e. 14 course and 1 exam week.
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	In accordance with § 3 of the Study and Examination Regulations for the master's degree programme Business Administration.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding the concepts in Entrepreneurship and their application • Knowledge of Entrepreneurship theories and core findings of scientific studies on Entrepreneurship • Understanding the influences of digitalization, new technologies, and strategic implications for high-tech startups • Analysis of entrepreneurial strategies and their implications for the economy • Formulation of adequate recommendations for the entrepreneurial high-tech organization
Inhalt / Course content:	<p>Founding one's own company requires not only a promising business idea but also a successful management of upcoming strategic and organizational challenges. Successfully performing these management tasks is a substantial part of being a successful entrepreneur.</p> <p>This course focuses on these management tasks concerning the foundation of a company, especially with regard to high-technology startups. Inspired by a real founding process, the course starts with an introduction to venture opportunities, concepts and strategies. Following this introduction, concepts on venture formation, organizational planning, as well as a technology development strategy are discussed in the context of high-technology startups. The course closes with answers to the questions how to finance and how to build the venture.</p>

	The lecture aims at acquainting students with theories and concepts, which are repeated and further discussed during the exercise class. Case studies are used to link theories with real company examples.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Written exam at the end of the course, 60 min (100%)
Medienformen / Media used:	<ul style="list-style-type: none"> • Interactive lecture • Discussion of contents • Discussion of case studies
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • Byers, T.H./Dorf, R. /Nelson, A.J. (2010): Technology Ventures – From Idea to Enterprise, McGraw-Hill. • Selection of essays, articles, and case-studies

Modulbezeichnung / Module title:	35550 Topics in Applied Econometrics (PN 271030)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Gewöhnlich im Wintersemester Usually every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	30+30 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Recommended after introductory master's courses in statistics/econometrics.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	A solid understanding of core concepts of econometric methods in the fields of modeling, hypothesis generation, estimation, test, model selection, simulation, computation, and general statistical inference.
Inhalt / Course content:	In this course we discuss important and recent contributions to econometric methodology, application to real and simulated data and software implementation.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) --- Written examination (60 minutes)
Medienformen / Media used:	Tafel / Blackboard Diskussion von Vorlesungsinhalten, Moderierte Erarbeitung von Übungsinhalten und Fallstudien am PC.
Literatur / Literature/reading list:	Literature will be announced at the start of the semester.

Modulbezeichnung / Module title:	35621 Computational Statistics – Regression in R (PN 261170)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Gewöhnlich im Wintersemester Usually every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (block course)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 60 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	The course aims at students with a basic knowledge in statistics and complements some of the topics treated in 'Methods in Econometrics I and II'.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The course aims at providing students with a basic understanding, which regression models to employ for certain types of variables and data structures. A further course objective is to enable students to choose between competing model specifications and to judge if a given model is (severely) misspecified.
Inhalt / Course content:	The course focuses on estimating regression models and evaluating the estimated specifications with the statistical software R. Model evaluation procedures discussed in class range from graphical methods, classic validation techniques and tests to simulation-based approaches. The effects of variables being measured on different scales and variable transformations are discussed. Dealing with different data structures such as cross-sections, time series, and panel data is also covered in class.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) --- Written examination (60 minutes) R-skills are certified via a certificate when the final exam is passed.

Medienformen / Media used:	Block course in pc pool
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none">• Kleiber, C. & Zeileis, A. (2008), Applied Econometrics with R, Springer.• Field, A. & Miles, J. & Field, Z. (2012), Discovering Statistics using R, SAGE.• Wooldridge, J. (2013), Introductory Econometrics, 5Ed., South Western.• Greene, W.H. (2012), Econometric Analysis, 7Ed., Pearson. Ligges, U. (2008), Programmieren mit R, Springer.

Modulbezeichnung / Module title:	35622 Computational Statistics – Statistical Learning (PN 261001)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Gewöhnlich im Sommersemester Usually every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (block course)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus / Dorner (KIT)
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 60 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills	Knowledge of statistics and regression methods on master level and basic knowledge of R (e.g. via 'Computational Statistics – Regression in R')
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The course aims at providing participants with a basic understanding of some of the core concepts and building blocks of Statistical Learning. An additional goal of the course is to equip students with a variety of techniques to analyze high dimensional, complex data sets by means of the freely available statistical software R and to judge the appropriateness of the respective procedures for different data constellations.
Inhalt / Course content:	Statistical Learning sums up methods from computational statistics that are designed to deal with high dimensional, complex data sets. Various topics that facilitate modeling and gaining a deeper insight into high dimensional, complex data sets are introduced. Basic linear and nonlinear classification and regression techniques (e.g., lasso, trees, random forests, boosting, support vector machines) and their underlying principles are presented, applied, and discussed in class. Meta- parameter selection, model evaluation, and specification choice in practical settings are also covered in the course.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) --- Written examination (60 minutes)

	R-skills are certified via a certificate when the final exam is passed.
Medienformen / Media used:	Block course in pc pool
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • Kuhn, M. & Johnson, K. (2013), Applied Predictive Modeling, Springer. • Hastie, T., Tibshirani, R. & Friedman, J. (2009), The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2Ed., Springer. • Efron, B., Hastie, T. (2016), Computer Age Statistical Inference, Cambridge University Press. • Torgo, L. (2017), Data Mining with R: Learning with Case Studies, 2Ed., CRC Press. <p>James, G., Witten, D., Hastie, T & Tibshirani, R. (2015), An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R, Springer.</p>
	•

Modulbezeichnung / Module title:	35777 Econometric Methods (PN 261120)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (i.d.R. erste Semesterhälfte / usually during the first half of the semester)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus
Sprache / Language of instruction:	German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	30+30 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Dringend empfohlen werden Kenntnisse der Matrixalgebra (Linearen Algebra) und der induktiven Statistik, v.a. Regressions- und Testverfahren.
Inhalt / Course content:	Erlernen der Methoden und Interpretationsmöglichkeiten der (gewichteten) KQ Schätzung, u.a. OLS, (F)GLS, 2SLS, IV sowie von GMM und von empirisch relevanten Testverfahren. Grundverständnis etablieren, wann komplexe(re) Schätz- und Testverfahren bei der Arbeit mit Querschnittsdaten einzusetzen sind.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Kurs ist Basis der Masterausbildung im Bereich der Regressions- und Testverfahren für Querschnittsdaten. Themen sind u.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Kurze Wiederholung der Inhalte einer Einführung in die Ökonometrie. • Tiefergehende Interpretationen der Kleinst-Quadrate (KQ) Methode und deren statistische Eigenschaften • exakte versus asymptotische Methoden • generalisierte KQ Verfahren Modellvalidierungs- und -spezifikationsverfahren Klausur (60 Minuten) --- Written examination (60 minutes)

Medienformen / Media used:	Tafel / Blackboard Die Theorie wird auch anhand von Beispielen in der Statistiksoftware R illustriert.
Literatur / Literature/reading list:	Neben den in der Veranstaltung genannten Quellen u.a. <ul style="list-style-type: none">• Hsiao, C., Bodkin, R.G. & M.D. Intriligator (1996), <i>Econometric Models, Techniques, and Applications</i>, 2A., Prentice-Hall.• Davidson, R. & J.G. MacKinnon (2004), <i>Econometric Theory and Methods</i>, Oxford Univ. Press• Hansen, B. (2017), <i>Econometrics</i>, http://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/econometrics/• Wooldridge, J. (2013), <i>Introductory Econometrics</i>, 5A., South-Western

Modulbezeichnung / Module title:	38608 Advanced Strategic Sensitivity and Digitalization (PN 264507)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	König (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	König
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Module Group “Cross-Cutting Concerns“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	Workshop 4 SWS (60h presence time and 90h own working time) Calculation is based on: every hr./sem.-week corresponds to 60 minutes. One semester is presumed to be 15 weeks, i.e. 14 course + 1 exam week
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	According to § 3 of the study and examination regulations for the Business Administration Master's programme.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<ul style="list-style-type: none"> • Students get familiar with the concept of strategic sensitivity and with recent developments in digitalization. After the course, they will be able to apply theories and methods of strategic management, innovation and entrepreneurship research, communication research as well as leadership research to solve digital challenges strategically, to develop own digital business models, and to communicate them successfully. • Furthermore, students will train their presentation skills by pitching their own innovations to an expert panel. • Students will also apply a set of advanced empirical methodologies to induce and test hypotheses that underlie and feed their strategic thinking
Inhalt / Course content:	<p>This workshop is concerned with two focal questions: (1) How can we identify digital trends? (2) How can we develop innovative digital business models and communicate them in a way that important stakeholders appreciate, remember, use, and/or fund them?</p> <p>In this quest, we teach approaches and methods from management, innovation and entrepreneurship research, communication research, and leadership studies. The central, unifying concept participants learn to apply and leverage is that of strategic sensitivity, i.e., deliberate and research-driven</p>

	<p>search for anomalies to taken-for-granted business assumptions and the purposefully entrepreneurial implementation of innovative ideas.</p> <p>Once acquainted with these theories and methods, the participants will work in teams to develop recommendations and communicate concepts for a current real world managerial problem. This semester, an international manufacturer of passive electronic components will present a digital challenge to the students.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Set of slides, group presentation with Q&A part, 60 minutes, 70% of the final grade</p> <p>Detailed description of research, data and methodology (about 20 pages per group), 30% of the final grade</p>
Medienformen / Media used:	
Additional information:	<ul style="list-style-type: none"> • The course is offered as a block course. • The course can be credited in the DTE Pathfinder • The course will be held in English. • Typically, the course will be blocked within the first two weeks of the semester. There will be a mid-term presentation and a final presentation. • Please note that you have to apply for this workshop. For further information, please visit Stud.IP or our homepage via https://www.wiwi.uni-passau.de/strategie-innovation/studium/seminare-und-workshops/

Modulbezeichnung / Module title:	38609 Fundamentals of Digitalization and Digital Trends (PN 266700)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	König (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	König / Tran / Komander
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Module Group "Cross-Cutting Concerns"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30h presence time and 120h working time Calculation is based on: every hr./sem.-week corresponds to 60 minutes. One semester is presumed to be 15 weeks, i.e. 14 course + 1 exam week
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	In accordance with § 3 of the Study and Examination Regulations for the master's degree programme Business Administration.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<ul style="list-style-type: none"> • A solid understanding of the core tools and concepts of current digital trends • A sound understanding of central theories of research in the context of digital trends and the research environment and the theoretical issues discussed in current innovation and entrepreneurial research • The ability to reflect real-life digital trends using the discussed instruments and develop strategies based on them • The ability to identify and utilize digital trends to create own new business models • Understand and utilize modern strategic decision making tools
Inhalt / Course content:	This interdisciplinary lecture series addresses digital trends and how they can be utilized within society. Each year, the lecture focuses on a different topic within the field, such as digital health, human-computer interaction, brain-computer interfaces, wearable computing, anthro-pomorphic hardware, visual

	analytics, cyber security, data and health, legal tech, blockchain, fin tech, 4D Printing, and so forth. In the lectures, scholars from the university, distinguished guest scholars, and practitioners introduce a variety of technological developments and their impact on businesses, the economy, and society. Students will gain a deeper insight into the topic through scientific reading assignments.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Written exam, 60 minutes, 100% of the final grade
Medienformen / Media used:	
Literatur / Literature/reading list:	The slides will be uploaded on StudIP. Further literature will be announced during the first course session.

Modulbezeichnung / Module title:	39734 Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems (PN 266193)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Otto (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Otto
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	Lecture 4 SWS (60 h attendance and 90 h own work) Calculation basis: 15 weeks in a semester, including an examination week; each SWS corresponds to 60 minutes
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The main objective of the course is to impart insights into dynamic-programming-based approaches for complex nonlinear optimization problems (especially mixed-integer optimization problems), including online optimization, sequential decision making and stochastic optimization. Students will learn how to approach complexity by incorporating suitable approximation and simulation elements into the design of solution algorithms. The course facilitates critical appreciation of algorithms and algorithmic approaches, including neural networks and reinforcement learning. With help of numerical examples and case studies, the course will prepare students to apply the learned concepts in practice.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamic programming (basic concepts, sequential decision making under uncertainty, understanding the curse of dimensionality, stochastic and deterministic shortest paths algorithms); • Basics of neural networks architectures and training; • Basics of simulation and stochastic iterative algorithms; • Basics on approximate DP with cost-to-go function approximation (reinforcement learning);

	<ul style="list-style-type: none"> • Case studies
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>a) Final exam 100 % or</p> <p>b) Final exam 90% + 10 % for completing optional assignments during the semester (with reservations)</p>
Medienformen / Media used:	-
Literatur / Literature/reading list:	<p>Bertsekas, D. P., and Tsitsiklis, J. N. (1996). Neuro-Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachussetts.</p> <p>Bertsekas, D. P. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific: Massachussetts.</p> <p>Bertsekas, D. P. Dynamic Programming and Optimal Control: Approximate Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachussetts.</p> <p>Bertsekas, D. P. Abstract Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachussetts.</p> <p>Powell, W. B. Approximate Dynamic Programming. John Wiley and Sons.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	39745 Practical Course: Advanced Topics in Management Science (PN 266502)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Otto (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Otto
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	Practical Course 2 SWS (30 h attendance and 120 h own work) Calculation basis: 15 weeks in a semester, including an examination week; each SWS corresponds to 60 minutes.
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematical maturity and the ability to write down precise and rigorous arguments. • Solid basic knowledge of modeling and optimization. • Ability to understand and write a pseudocode. • At least basic programming skills. <p>The topics of the practical course are always aligned with a master course of our Chair taught in the preceding term. Therefore, a successful completion of this course is required</p>
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The main objective of the course is to give students a holistic view of the problem analysis, modeling, algorithm design, its implementation, testing as well as into working out a final recommendation and managerial insights relevant for decision making. In the end of the course, the students should be able to independently design and implement appropriate optimization algorithms and appreciate critically their design and performance.
Inhalt / Course content:	In this practical course, the participants will work in depth through a specific case study, design an appropriate solution procedure, implement it, critically evaluate their algorithm and test it in computational experiments. The course participants present their project in the final presentation.

	<p>Topics of the practical course are aligned with the master courses of our Chair and may center, for instance, around design of customized AI algorithms (reinforcement learning/approximate dynamic programming), heuristics/metaheuristics, exact optimization methods, or work with specialized optimization software (e.g., IBM ILOG Cplex, Gurobi).</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Portfolio examination. The final grade may depend, for instance, on:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The designed algorithm and its critical appreciation. • The implementation of the algorithm. • Computational experiments. • Final presentation, recommendation and managerial insights. <p>The grading scheme is announced in the beginning of the course.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	-
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Recommended literature usually includes recent scientific articles as well as further scientific articles or books relevant for the studied topic.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	39908 Applied Machine Learning in Finance (PN 262107)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Every summer term
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kellner
Dozent(in) / Lecturer:	Kellner
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungsaufgaben + 45 Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hours exercises + 45 hours follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master Wirtschaftsinformatik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Studierende erlangen ein grundlegendes Verständnis zu der Funktionsweise von Machine Learning Algorithmen. Ein Schwerpunkt des Kurses liegt in der Kompetenz, neue und vorab unbekannte Methoden selbstständig erlernen zu können. Hierbei unterstützt vor allem die interaktive Gestaltung des Kurses. Zudem entwickeln Studierende Kenntnisse bezüglich der Anwendbarkeit und Umsetzung von Machine Learning Algorithmen im wirtschaftswissenschaftlichen Bereich. Darüber hinaus werden im Kurs allgemeine und wichtige Fähigkeiten, wie die Darstellung komplexer Algorithmen und derer Ergebnisse in Form von Präsentationen, sowie das kritische Hinterfragen zum Vorliegen bestimmter quantitativer Resultate geschult.</p> <p>Students get basic knowledge about functionality of machine learning methods. The competence to learn new and unknown</p>

	<p>methods by your own is one of the focuses of this course. For this the interactive organisation of this seminar will be very helpful.</p> <p>Besides students develop knowledge in applicability and implementation of machine learning algorithm in the economical sector. Moreover, this course trains common and important skills, such as the presentation of complex algorithm and their results as well as questioning certain quantitative results critically.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Programmierung mit Python • Klassische Machine Learning Algorithmen: • Regressionsmodelle <ul style="list-style-type: none"> o Decision und Regression Trees o Support Vector Machines o Ensemble Learning (Random Forests und Gradient Boosting) o Neural Networks • Text Embedding Methoden: <ul style="list-style-type: none"> o Word2Vec o Doc2Vec o GloVe • Anwendung der Methoden für bekannte Supervised und Unsupervised Probleme aus dem Bereich Finance und Economics • Reproduktion wissenschaftlicher Resultate aus Fachzeitschriften • Ggf. Teilnahme an Datenwettbewerben • Introduction in programming with Python • Typical Machine Learning algorithm: • Regression models: <ul style="list-style-type: none"> o Decision und Regression Trees o Support Vector Machines o Ensemble Learning (Random Forests and Gradient Boosting) o Neural Networks • Text Embedding medthods: <ul style="list-style-type: none"> o Word2Vec o Doc2Vec o GloVe • Application of the medthos for familiar supervised and unsupervised problems in finance and economics sector • Reproduction of scientific results from professional journals

	<ul style="list-style-type: none"> • If applicable participation in data competitions
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<ul style="list-style-type: none"> • Zwei Präsentationen zu je 40% • Dokumentation der Auswertung in Form eines Notebooks 10% • Diskussionsbeteiligung 10% • Two presentations: 40% each • Documentation of your analysis via Notebook: 10% • Discussion participation: 10%
Lehrform, Medienformen / Teaching form, media used:	<ul style="list-style-type: none"> • Interaktive Vorlesungen • Interaktive Übungseinheiten • Diskussionen in der Gruppe • Digitale Begleitdokumente zur Programmierung mit Python • Digitale Unterlagen über die methodischen Grundlagen des Kurses • Interactive lectures • Interactive exercise sessions • Group discussions • Digital supporting documents about programming with Python • Digital supporting documents about the methodical basis of this course
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • An Introduction to Statistical Learning (2013) – James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R.; Springer • The Elements of Statistical Learning (2017) - Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.; Springer • Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & Tensorflow (2017) – Geron, A.; Wiley • Machine Learning in Finance (2021) – Dixon, M.F., Halperin, I., Bilokon, P.; Springer Verlag • Machine Learning for Text (2018) – Aggarwal, C. C., Springer Verlag

Modulbezeichnung / Module title:	39910 Artificial Intelligence in Finance (PN 262502)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kellner (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Kellner
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 h attendance + 90 h follow-up of the lecture material and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programming skills are advantageous, but not absolutely necessary. Because of the basic knowledge from the Bachelor's degree, motivated students have all the requirements to pass this course successfully.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Students get a basic understanding of the modelling of sequential decision-making processes and learn how to adapt them on economic decision-making processes. Furthermore, students understand how artificial intelligence is used to make those decisions and how it can be utilized. Students get the possibility to use established algorithms, based on the examples of Trading, and to generate their own automatic strategies.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction on programming with Python • Introduction on Reinforcement Learning • Methods of function approximation • Established algorithms of Reinforcement Learning • Training artificial agents for economic decision-making processes • Processing of automatic trading strategies
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<ul style="list-style-type: none"> • Exam: 40% • Project: 60%
Medienformen / Media used:	<ul style="list-style-type: none"> • Interactive lecture, including digital supporting documents and learning videos. • Interactive tutorials, including programming by yourself.

Literatur / Literature/reading list:	Reinforcement Learning (2018) – Sutton, R. S., Barto, A. G.; MIT Press
--------------------------------------	---

Modulbezeichnung / Module title:	39915 Deep Learning and Text Analysis in Finance (PN 262503)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kellner (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Kellner
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "AI Applications"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	60 h attendance + 90 h follow-up of the lecture material and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programming skills are advantageous, but not absolutely necessary. Because of the basic knowledge from the Bachelor's degree, motivated students have all the requirements to pass this course successfully.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Methods of Deep Learning and text analytics were primary developed to be used in other scientific sectors, such as image recognition or for example the usage of chatbots. However more and more current practices and publications allow the conclusion to be drawn that there is a big potential of this method for the economical sector. The target is to get a basic knowledge of the function of the methods discussed in this course and to identify their possibilities of usage in the economical sector.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction in programming with Python • Neural networks (Forward, Recurrent and Convolutional) and their usage for <ul style="list-style-type: none"> ○ prediction and classification of financial data ○ composition of portfolio ○ identification of specifics in financial data (by using Autoencoder) ○ generation of artificial financial data (by using GANs) • Copy research <ul style="list-style-type: none"> ○ compromising of texts, wordfrequencies, topicmodelling, word vectors ○ sentiment and classifying of texts

	<ul style="list-style-type: none">• Copy research of business reports, earning calls and financial news
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Examination and project
Medienformen / Media used:	<ul style="list-style-type: none">• Interaktive Vorlesungen inkl. digitaler Unterlagen• Interaktive Übungseinheiten mit eigenständiger Programmierung
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none">• Deep Learning (2016) – Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A.; MIT Press• Machine Learning in Finance (2021) – Dixon, M.F., Halperin, I., Bilokon, P.; Springer Verlag• Machine Learning for Text (2018) – Aggarwal, C. C., Springer Verlag

Modulbezeichnung / Module title:	48212 Folgen der Digitalisierung für die Gesellschaft - Consequences of Digitalisation for Society (PN 472213)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Hohlfeld, Schmid-Petri (Philosophische Fakultät / Faculty of Arts and Humanities)
Dozent(in) / Lecturer:	Schmid-Petri
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Cross-Cutting Concerns"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V/2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	5 ECTS
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick über die thematische Breite, in der das Fach Kommunikationswissenschaft die Folgen der Digitalisierung aktuell untersucht • kennen die Chancen und Risiken der Digitalisierung für einzelne gesellschaftliche Teilbereiche • können Prozesse der Digitalisierung sowie deren Folgen für verschiedene gesellschaftliche Teilbereiche analysieren, erklären, einordnen und reflektieren • kennen die fachspezifische Terminologie und können diese erläutern und anwenden
Inhalt / Course content:	Die fortschreitende Digitalisierung (und dabei vor allem die Möglichkeiten der digitalen Kommunikation) verändert zahlreiche gesellschaftliche (Kommunikations-)Prozesse und -strukturen. Das Modul beinhaltet eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Geschichte der Digitalisierung und des Medienwandels sowie eine Reflexion aktueller Forschung im Feld der digitalen Kommunikationswissenschaft. Anschließend werden die Folgen der Digitalisierung für einzelne gesellschaftliche Teilbereiche aufgezeigt

	<p>– mit einem Fokus darauf wie sich öffentliche Kommunikationsprozesse durch die Digitalisierung verändern. Die Veranstaltung beinhaltet dabei unter anderem die folgenden thematischen Bereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschichte der Digitalisierung / Entwicklung des Internets • Formen und Charakteristika von Online-Kommunikation • Folgen der Digitalisierung für die Öffentlichkeit und deren Teilöffentlichkeiten • Folgen der Digitalisierung für andere gesellschaftliche Teilbereiche wie Politik, Journalismus, strategische Kommunikation oder Wirtschaft • Folgen der Digitalisierung für soziale Bewegungen und Mobilisierung • Veränderung von Nutzungsgewohnheiten und –mustern
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) oder Hausarbeit (15 Seiten)
Medienformen / Media used:	
Literatur / Literature/reading list:	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Modulbezeichnung / Module title:	Research Seminar I+II (PN 472311, 472312)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Alle Dozenten des Studiengangs All lecturers of the programme
Dozent(in) / Lecturer:	Alle Dozenten des Studiengangs All lecturers of the programme
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch nach Abstimmung mit dem jeweiligen Dozenten German or English in consultation with the respective lecturer
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Module Group "Research Seminars"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren. Kompetenzen / Competencies: Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz - - - The students learn how to independently incorporate material into the set seminar topic and professionally prepare and present a lecture. Competencies: developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence
Inhalt / Course content:	Erarbeitung des gestellten Themas anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation Elaboration of the set topic based on scientific literature, and presentation of the same

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; für beide Leistungen wird eine gemeinsame Note vergeben. Die genaue Dauer der Präsentation wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Evaluation of written work (approximately 8-10 pages) and presentation. In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both.</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekanntgegeben</p> <p>Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	Compulsory Seminar (PN 470011)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Vorsitzende(r) des Prüfungsausschusses Incumbent Chairperson of the Board of Examiners
Dozent(in) / Lecturer:	Alle Dozenten des Studiengangs All lecturers of the programme
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch nach Abstimmung mit dem jeweiligen Dozenten German or English in consultation with the respective lecturer
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Compulsory modules
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren. Kompetenzen / Competencies: Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz - - - The students learn how to independently incorporate material into the set seminar topic and professionally prepare and present a lecture. Competencies: developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence
Inhalt / Course content:	Erarbeitung des gestellten Themas anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation Elaboration of the set topic based on scientific literature, and presentation of the same

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; für beide Leistungen wird eine gemeinsame Note vergeben. Die genaue Dauer der Präsentation wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Evaluation of written work (approximately 8-10 pages) and presentation. In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both.</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekanntgegeben</p> <p>Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	Presentation of the Master's Thesis in Artificial Intelligence Engineering (PN 478999)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer (Studiengangverantwortlicher / Programme convenor)
Dozent(in) / Lecturer:	Alle Dozenten All lecturers
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Compulsory modules
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	-
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung (+Präsenz) 90 hours independent study and exam preparation (+contact hours)
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Abgabe der Masterarbeit (FStuPO §4 Abs. 2 Satz 2) The master's thesis has to be submitted
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Fähigkeit der/des Studierenden die Ergebnisse der Arbeit kurz und verständlich zusammenzufassen und in einer fachlichen Diskussion zu vertreten Ability of the student to present the results of his or her thesis in a short and comprehensible way and to discuss the results in a professional way
Inhalt / Course content:	Darstellung der in der Arbeit erworbenen Erkenntnisse sowie kurze Diskussion Presentation of the results of his or her thesis and a short discussion
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Präsentation (ca. 20 Minuten oder ca. 45 Minuten) ; die genaue Prüfungsdauer wird vom Prüfer bzw. der Prüferin vorher bekannt gegeben <i>[Beschluss des Prüfungsausschusses vom 10. Mai 2017]</i> - - - Presentation (approx. 20 or 45 minutes); the precise mode of assessment will be announced by the examiner beforehand. <i>[Decision of 10 May 2017 by the board of examiners]</i>

Medienformen / Media used:	Beamer, Tafel, Overheadprojektor
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten/der Dozentin bekanntgegeben Will be announced by the lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	Master's Thesis in Artificial Intelligence Engineering (PN 499900)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer (Studiengangverantwortlicher / Programme convenor)
Dozent(in) / Lecturer:	Erstbetreuer der Masterarbeit (durch den Prüfungsausschuss bestellte Prüfer) gemäß §21(2) AStuPO, mit begründetem Antrag und nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss ggf. gemäß §21(3) AStuPO (First) supervisor of the master's thesis (an examiner appointed by the board of examiners) as per § 21 para. 2 AStuPO, or (if appropriate) by submitting a reasoned request and after approval by the board of examiners as per § 21 para. 3 AStuPO
Sprache / Language of instruction:	Die Masterarbeit ist in deutscher oder englischer Sprache abzufassen. Auf Antrag gemäß §21(5) AStuPO auch in einer anderen Sprache. The master's thesis shall be written in German or English. By request as per § 21 para. 5 AStuPO also in another language.
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Compulsory modules
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	Eigenständige Bearbeitung eines komplexen Themas und Erstellung einer wissenschaftlichen Ausarbeitung The goal is to research a complex topic and to write a scientific work
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenzzeit (Besprechungen/Diskussionen zum Fortschritt): 15 h Vor- und Nachbereitung, Anfertigung der Ausarbeitung: 795 h Summe: 810 h Contact hours (meetings/discussions on project progress): 15 hrs independent study and writing the master's thesis: 795 hrs In sum: 810 hrs
ECTS Leistungspunkte / credits:	27
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Gemäß §20 (1) AStuPO As per § 20 (1) AStuPO
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Die Veranstaltungen im Master–Studiengang bis einschließlich dem dritten Semester. All courses of the master programme up to the third semester.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Inhalt / Contents</u> Selbstständiges Einarbeiten und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines für die Informatik relevanten Themas. Die Studierenden verwenden etablierte Methoden oder passen bestehende Ansätze an, während sie sich an die Standards der

	<p>akademischen Arbeit halten. Sie haben die Möglichkeit, ihre eigenen Ideen zu entwickeln, zu verfeinern und zu formulieren und kritisch mit der Literatur zu arbeiten. / The students learn how to independently acquire a research topic and to work on a relevant topic in computer science scientifically based and methodically sound. The students use established methods or adapt existing approaches while adhering to academic standards. They have the opportunity to develop, to refine and to formulate their own ideas and to take a critical review of the state of the art.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Der bzw. die Studierende kann die wissenschaftlichen Methoden der Themenschwerpunkte des Studiengangs und die grundlegenden Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens, insb. der Literaturrecherche, anwenden, um ein vorgegebenes Thema eigenständig zu bearbeiten. / The students are able to use the scientific methods of the focus areas of the programme and to use the basic techniques of scientific research, in particular, literature review, to work independently on a given subject.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Der bzw. die Studierende besitzt die Kompetenz, dass er oder sie in der Lage ist, ein Problem aus den Themenschwerpunkten des Studiengangs innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten, erfolgreich zu lösen, und die Ergebnisse wissenschaftlich adäquat schriftlich darzustellen und zu bewerten. / The students will acquire the competence to work independently on a problem from the focus areas of the programme within a specified timeframe using scientific methods, to solve this problem successfully and to write down and evaluate the results in a adequate scientific way.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Wird vom Dozenten/der Dozentin bekanntgegeben. Die Inhalte werden in Abhängigkeit von der konkreten Themenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.</p> <p>Will be announced by the lecturer. The contents are selected and announced dependent on the specific topic.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Schriftliche Ausarbeitung, ggf. inkl. der verwendeten Quellen (wissenschaftliche Arbeiten, Programm-Bibliotheken, etc.), sowie ggf. dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext inkl. aller zur Bewertung notwendigen Informationen, sowie ggf. einer Systemdemonstration</p> <p>Written thesis, possibly accompanied by the sources used (research articles, program libraries etc.) and, if appropriate, documented and fully functional and executable source code including all informations which are necessary for the evaluation and, if appropriate, a system demonstration</p>
Medienformen / Media used:	<p>Abhängig von der konkreten Themenstellung</p> <p>Dependent on the specific topic</p>

Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten/der Dozentin bekanntgegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit von der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.</p> <p>Will be announced by the lecturer. A reading list will be selected and announced dependent on the specific assignment.</p>
--------------------------------------	--