

Modulhandbuch für den Masterstudiengang Computational Mathematics

Module descriptions for the M.Sc. programme in Computational Mathematics

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: 23.05.2022

Last revised: 23 May 2022

Modulübersicht des Masterstudiengangs „Computational Mathematics“ / Overview of the course program

Modulgruppe „Algebra, Geometry and Cryptography“ (AGC, PN: 482100)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
5780 Computer Algebra	455358	4V+2Ü	9	Kreuzer	Englisch
5781 Computational Algebraic Geometry	405154	4V+2Ü	9	Kreuzer	Englisch
5782 Cryptography	401816	4V+2Ü	9	Kreuzer, Zumbrägel, Sauer	Englisch
5831 Cryptanalysis	482102	4V+2Ü	9	Zumbrägel	Englisch
5835 Rings and Modules	455364	4V+2Ü	9	Zumbrägel	Englisch
5871 Commutative Algebra	455387	2V+2Ü	6	Kreuzer	Englisch
6026 Real Algebra	482103	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
6033 Real Algebraic Geometry	482104	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
Seminar in AGC	482110	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch

Modulgruppe „Mathematical Logic and Discrete Mathematics“ (MLDM, PN 482200)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
5600 Effiziente Algorithmen / Efficient Algorithms	455366	3V+2Ü	7	Rutter	Deutsch/Englisch
5710 Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen	455344	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch
5712 Algorithmen zur Visualisierung von Graphen	455352	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch
5713 Parametrisierte Algorithmen	455373	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch/Englisch
5784 Coding Theory	463030	3V+2Ü	7	Kreuzer	Englisch
5951 Theory of Randomised Search Heuristics	455390	3V+2Ü	7	Sudholt	Deutsch/Englisch
5952 Randomisierte Algorithmen	455388	3V+2Ü	7	Sudholt	Deutsch/Englisch
6020 Mathematical Logic	455362	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
6023 Model Theory	482201	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
6031 Algorithmische Geometrie	405125	2V+2Ü	6	Kindermann	Englisch
6032 Approximationsalgorithmen	451009	2V+2Ü	6	Kindermann	Englisch
6202 Recursion Theory	482202	2V+2Ü	6	Kaiser	Englisch
6201 Proof Theory	482203	2V+2Ü	6	Kaiser	Englisch
Seminar in MLDM	482210	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch

Modulgruppe „Analysis, Numerics and Approximation Theory” (ANAT, PN 482300)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
5732 Ideals in Numerical Applications	455363	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
5733 Computerized Tomography	455367	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
5734 Mathematical Foundations of Machine Learning	405224	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
5736 Continued Fractions	455354	2V+2Ü	6	Sauer	Englisch
5739 Geometric Modeling Project	455355	4V+2P	9	Sauer	Englisch
5753 Distributionentheorie	455360	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
5754 Constructive Approximation	405244	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
5754 Approximationstheorie	451403	2V+2Ü	6	Forster-Heinlein	Deutsch
5756 Functional Analysis	485367	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein, Prochno, Wirth	Deutsch/ Englisch
5757 Fourier and Laplace Transforms	451405	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Englisch
5873 Operator Theory	401403	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Englisch
5963 Numerik von Differentialgleichungen	451012	4V+2Ü	9	Wirth	Deutsch/ Englisch
5965 Topologie	485382	2V+2Ü	6	Wirth	Deutsch/ Englisch
5994 Numerik der Polynom- und rationalen Approximation	485383	2V+1Ü	5	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
5995 Advanced Imaging	454020	2V+2Ü	6	Sauer	Englisch
6040 Integraltransformationen	451007	2V+2Ü	6	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
6049 Asymptotische Geometrische Analysis und Anwendungen	485368	2V+1Ü	5	Prochno	Deutsch/ Englisch
Seminar in ANAT	482310	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch

Modulgruppe „Dynamical Systems and Optimization” (DSO, PN 482400)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
5960 Partial Differential Equations	405167	2V+2Ü	6	Wirth	Englisch
5961 Semigroup Theory	405213	3V+2Ü	7	Wirth	Englisch
5963 Mathematical Systems Theory	482401	4V+2Ü	9	Wirth	Englisch
5964 Dynamische Systeme	482402	4V+2Ü	9	Wirth	Deutsch/ Englisch
5967 Networked Control Systems	405234	2V+2Ü	6	Wirth	Englisch
5968 Control and Robotics	405399	1V+1P+2Ü	7	Wirth	Englisch
6100 Maschinelles Lernen, Regelung	455398	4V+2Ü	9	Schönlein/Wirth	Deutsch/

und Optimierung					Englisch
6101 Complex Dynamic Networks	471515	2V+1Ü	5	Schönlein	Deutsch/ Englisch
Seminar in DSO	482410	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch

Modulgruppe „Stochastics, Statistics” (SS, PN 482500)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
5815 Computational Stochastic Processes	451402	2V+2Ü	6	Müller-Gronbach	Englisch
5818 Stochastic Analysis	405214	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	Englisch
5992 Stochastic Partial Differential Equations	405245	3V+1Ü	6	Müller-Gronbach	Englisch
6021 Mathematische Statistik	451013	3V+1Ü	6	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
6029 Numerical Methods for Stochastic Differential Equations	451004	3V+1Ü	6	Müller-Gronbach	Englisch
6070 Markov Chain Monte Carlo	482521	3V+1Ü	7	Rudolf	Deutsch/ Englisch
6111 Classical Limit Theorems & Large deviations	451019	4V+2Ü	9	Prochno	Deutsch/ Englisch
35550 Topics in Applied Econometrics	271030	2V+2Ü	5	Haupt	Englisch
35610 Paneldatenanalyse	261080	2V+2Ü	5	Haupt	Deutsch
35621 Computational Statistics – Regression in R	261170	2V	3	Haupt	Englisch
35622 Computational Statistics – Statistical Learning in R	261001	2V	3	Haupt	Englisch
35777 Methoden der Ökonometrie I	261120	2V+2Ü	5	Haupt	Deutsch/ Englisch
35800 Methoden der Ökonometrie II	271010	2V+2Ü	5	Haupt	Deutsch/ Englisch
Seminar in SS	482510	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch

Modulgruppe „Data Analysis and Data Management and Programming” (DADMP, PN 482600)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
5600 Effiziente Algorithmen / Efficient Algorithms	455366	3V+2Ü	7	Rutter	Deutsch/ Englisch
5610 Practical Parallel Programming	455371	3V+2Ü	7	Fraser	Deutsch
5771 Multimedia Databases	405031	3V+2Ü	7	Kosch	Englisch
5772 Data Modelling and Data Processing in the Internet of Things	455386	2V+1Ü	5	Kosch	Englisch

5773 Implementierung von Datenbanksystemen	405069	3V+2Ü	7	Kosch	Deutsch
5791 Funktionale Programmierung	405053	2V+2Ü	6	Griehl, Fraser	Deutsch/ Englisch
5942 Network Science	482601	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
5943 Data Science Lab	482604	4Ü	6	Granitzer	Englisch
5944 Machine Learning Lab	455382	4Ü	6	Granitzer	Englisch
5945 Advanced Topics in Data Science	482603	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
5946 Visual Analytics	452003	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
5951 Theory of Randomised Search Heuristics	455390	3V+2Ü	7	Sudholt	Deutsch/ Englisch
5952 Randomisierte Algorithmen	455388	3V+2Ü	7	Sudholt	Deutsch/ Englisch
5954 Design and Implementation of Search Engines	455370	4V	6	Krestel	Deutsch/ Englisch
5956 Autonomous Learning	455353	2V+2Ü	6	Tomforde	Englisch
5970 Scaling Database Systems	451016	2V+2Ü	6	Scherzinger	Englisch
5980 Text Mining	405024	3V+2Ü	7	Granitzer	Englisch
5981 Text Mining Project	405025	3V+3Ü	8	Granitzer	Englisch
5983 Big Data Management	455374	2V+2Ü	6	Endres	Deutsch/ Englisch
6031 Algorithmische Geometrie	405125	2V+2Ü	6	Kindermann	Englisch
6032 Approximationsalgorithmen	451009	2V+2Ü	6	Kindermann	Englisch
6034 Graphen und Netzwerkalgorithmen	451005	3Ü	6	Bekos	Englisch
6060 Computational Social Science Lab	455391	4Ü	6	Lemmerich	Englisch
6061 Introduction to Deep Learning	471616	2V+2Ü	6	Lemmerich	Englisch
6044 Multimedia Retrieval	455383	2V+2Ü	6	Scherzinger	Englisch
6064 Responsible Machine Learning	471617	2V+2Ü	6	Lemmerich	Englisch
6080 Computational Linguistics	455396	2V+2Ü	6	Hautli-Janisz	Englisch
6140 Exemplary & Effective Programming	413152	4SWS	6	Abbott	Englisch

Modulgruppe „Applications“ (A, PN 482700)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
5721 Foundations of Energy Systems	455361	2V+2Ü	6	de Meer	Deutsch/ Englisch
6200 Kamerakalibrierung und 3D-Rekonstruktion	405148	2V	3	Hanning	Deutsch
30900 Financial Engineering and Structured Finance	262200	2V+2Ü	5	Entrop	Deutsch
30902 Quantitative Methoden in Finance	261070	2V+2Ü	5	Entrop	Deutsch
30913 Corporate Finance und Kapitalmärkte	262230	4V+2Ü	5	Entrop	Deutsch
33860 Marktforschung	200514	2V+2Ü	5	Totzek	Deutsch

39734 Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems	266193	2V+2Ü	5	Otto	Englisch
39745 Practical Course: Advanced Topics in Management Science	266502	2 UE	3	Otto	Englisch

Modulgruppe „Key Competencies and Language Training” (KCLT, PN 482800)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
Occupational Internship	407680	240h (davon mind. 50% studiumsrelevante Inhalte)	4	Kaiser	Deutsch/Englisch
5008 Grundfragen der Didaktik der Informatik	777911	2V+2Ü	4	Heuer	Deutsch
5804 Scientific Methods and Technical Writing	479810	2V+1Ü	5	Kranz	Englisch
FFA Aufbaustufenmodul 1 (English Course 1)	542001	2V	3	Lektor/Lektorin Sprachenzentrum	Englisch
FFA Aufbaustufenmodul 2 (English Course 2)	542002/ 542003	2V	3	Lektor/Lektorin Sprachenzentrum	Englisch
Weitere anrechenbare Schlüsselqualifikationen / All key competencies for Mathematics/Informatics	diverse	diverse	1-3	diverse	Deutsch/Englisch

Für weitere anrechenbare Schlüsselqualifikationen siehe / For more key competencies for Mathematics see www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/

Pflichtmodule

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
Seminar 1 zu Mathematik	481001	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppen AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS	Englisch
Seminar 2 zu Mathematik	481002	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppen AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS	Englisch
Präsentation der Masterarbeit	488999	1Pr	3	alle	Englisch
Masterarbeit	489900	-	27	Alle Dozenten der FIM in den Modulgruppen AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS	Deutsch/Englisch

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 **AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS** Module im Umfang von **mindestens 50 ECTS-Leistungspunkten**, davon
 - a) **mindestens 15 ECTS-Leistungspunkte** aus den Modulgruppen **AGC, MLMD** und
 - b) **mindestens 15 ECTS-Leistungspunkte** aus den Modulgruppen **ANAT, DSO, SS**,
- iii. aus den Modulgruppen aus **DADMP, A** **mindestens 10 ECTS-Leistungspunkte**,
- iv. aus der Modulgruppe **KCLT** **mindestens 4 ECTS-Leistungspunkte**.

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 **AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS** amounting to **at least 50 credit points** in total, thereof
 - a) **at least 15 ECTS credit points** from the focus areas **AGC, MLMD** in total and
 - b) **at least 15 ECTS credit points** from the focus areas **ANAT, DSO, SS** in total,
- iii. **at least 10 ECTS credit points** from the focus areas **DADMP, A** in total,
- iv. **at least 4 credit points** from the focus area **KCLT** in total.

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):

Abkürzungsverzeichnis und Wörterbuch / List of abbreviations and dictionary:		11
5008 Grundfragen der Didaktik der Informatik (PN 777911)		13
5600 Effiziente Algorithmen / Efficient Algorithms (PN 455366)		14
5610 Praktische Parallelprogrammierung / Practical Parallel Programming (PN 455371)		17
5710 Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen Algorithmic / Graph Theory and Perfect Graphs (PN 455344)		19
5712 Algorithmen zur Visualisierung von Graphen Algorithms for Graph Visualization (PN455352)		21
5713 Parametrisierte Algorithmen (PN 455373) Parameterized Algorithms		24
5721 Foundations of Energy Systems (PN 455361)		26
5732 Ideals in Numerical Applications (PN 455363)		28
5733 Computerized Tomography (PN 455367)		30
5734 Mathematical Foundations of Machine Learning (PN 405224)		32
5736 Continued Fractions (Kettenbrüche) (PN 455354)		34
5739 Geometric Modeling Project (PN 455355)		36
5753 Distributionentheorie (PN 455360) Generalized Function Theory		38
5754 Approximationstheorie (PN 451403)		40
5754 Constructive Approximation (PN 405244)		41
5756 Funktionalanalysis / Functional Analysis (PN 485367)		43
5757 Fourier- und Laplace-Transformation (PN 451405) Fourier and Laplace transforms		45
5771 Multimedia-Datenbanken (PN 405031) Multimedia Databases		47
5772 Data Modelling and Data Processing in the Internet of Things (PN 455386)		50
5773 Implementierung von Datenbanksystemen Implementation of Database Systems (PN 405069)		53
5780 Computeralgebra (PN 455358) Computer Algebra		56
5781 Algorithmische Algebraische Geometrie (PN 405154) Computational Algebraic Geometry		58
5782 Kryptographie / Cryptography (PN 401816)		60
5784 Codierungstheorie / Coding Theory (PN 463030)		62
5791 Funktionale Programmierung (PN 405053) Functional Programming		64
5804 Scientific Methods and Technical Writing (PN 479810)		66
5815 Computational Stochastic Processes (PN 451402)		68
5818 Stochastische Analysis (PN 405214) Stochastic Analysis		70
5831 Kryptoanalyse / Cryptanalysis (PN 482102)		72
5835 Ringe und Module (PN 455364) Rings and Modules		74
5871 Commutative Algebra (PN 455387)		76
5873 Operatortheorie / Operator Theory (PN 401403)		78
5942 Network Science (PN 482601)		80
5943 Data Science Lab (PN 482604)		82
5944 Machine Learning Lab (PN 455382)		84
5945 Advanced Topics in Data Science (PN 482603)		86
5946 Visual Analytics (PN 452003)		88

5951 Theory of Randomised Search Heuristics	(PN 455390)	91
5952 Randomisierte Algorithmen	(PN 455388) Randomised Algorithms	94
5954 Entwurf und Implementierung von Suchmaschinen	(PN 455370)	
Design and Implementation of Search Engines		96
5956 Autonomous Learning	(PN 455353)	98
5960 Partielle Differentialgleichungen	(PN 405167) Partial Differential Equations	100
5961 Halbgruppentheorie / Semigroup Theory	(PN 405213)	102
5963 Numerik von Differentialgleichungen	(PN 451012) Numerics of Differential Equations	104
5963 Mathematische Systemtheorie	(PN 482401) Mathematical Systems Theory	106
5964 Dynamische Systeme	(PN 482402) Dynamical Systems	108
5965 Topologie / Topology	(PN 485382)	110
5967 Vernetzte Dynamische Systeme	(PN 405234) Networked Control Systems	113
5968 Regelung und Robotik	(PN 405399) Control and Robotics	115
5970 Scaling Database Systems	(PN 451016)	117
5980 Text Mining	(PN 405024)	119
5981 Text Mining Project	(PN 405025)	121
5983 Big Data Management	(PN 455374)	124
5992 Stochastische partielle Differentialgleichungen	(PN 405245)	
Stochastic Partial Differential Equations		126
5994 Numerik der Polynom- und rationalen Approximation	(PN 485383)	128
5995 Advanced Imaging	(PN 454020)	130
6020 Mathematische Logik	(PN 455362) Mathematical Logic	132
6021 Mathematische Statistik	(PN 451013)	134
6023 Model Theory	(PN 482201)	136
6026 Real Algebra	(PN 482103)	138
6029 Numerik stochastischer Differentialgleichungen	(PN 451004)	
Numerical methods for stochastic differential equations		140
6031 Algorithmische Geometrie	(PN 405125) Computational Geometry	142
6032 Approximationsalgorithmen	(PN 451009) Approximation algorithms	144
6033 Real Algebraic Geometry	(PN 482104)	146
6034 Graphen und Netzwerkalgorithmen	(PN 451005) Graph and Network Algorithms	148
6040 Integraltransformationen	(PN 451007) Integral Transforms	151
6044 Multimedia Retrieval	(PN 455383)	153
6049 Asymptotische Geometrische Analysis & Anwendungen	(PN 485368)	155
6060 Computational Social Science Lab	(PN 455391)	158
6061 Introduction to Deep Learning	(PN 471616)	160
6064 Responsible Machine Learning	(PN 471616)	162
6070 Markov chain Monte Carlo	(PN 482521)	164
6080 Computational Linguistics	(PN 455396)	166
6100 Maschinelles Lernen, Regelung und Optimierung	(PN 455398)	
Machine Learning, Control and Optimization		168
6101 Komplexe dynamische Netzwerke	(PN 471515) Complex Dynamic Networks	170

6111 Klassische Grenzwertsätze & grosse Abweichungen (PN 451019) Classical Limit Theorems & Large deviations	172
6140 Exemplary & Effective Programming(in C++ with CoCoALib) (PN 413152)	175
6200 Kamerakalibrierung und 3D-Rekonstruktion (PN 405148)	178
6201 Proof Theory (PN 482203)	180
6202 Recursion Theory (PN 482202)	181
30900 Financial Engineering and Structured Finance (PN 262200)	182
30902 Quantitative Methoden in Finance (PN 261070)	184
30913Corporate Finance und Kapitalmärkte (PN 262230)	186
33860 Marktforschung (PN 200514)	188
35550 Topics in Applied Econometrics (PN 271030)	190
35610 Paneldatenanalyse (PN 261080)	191
35621 Computational Statistics - Regression in R (PN 261170)	193
35622 Computational Statistics – Statistical Learning in R (PN 261001)	195
35777 Methoden der Ökonometrie I (PN 261120) Econometric Methods	197
35800 Methoden der Ökonometrie II (PN 271010)	199
39734 Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems (PN 266193)	201
39745 Practical Course: Advanced Topics in Management Science (PN 266502)	203
90596 FFA Aufbaustufenmodul 1 (PN 542001) (English Course 1)	205
90597 FFA Aufbaustufenmodul 2 (PN 448100) (English Course 2)	207
Praktikum / Occupational Internship (PN 407680)	209
Seminar 1 zu Mathematik (PN 481001)	211
Seminar 2 zu Mathematik (PN 481002)	211
Seminar in AGC (PN 482110)	213
Seminar in MLDM (PN 482210)	213
Seminar in ANAT (PN 482310)	213
Seminar in DSO (PN 482410)	213
Seminar in SS (PN 482510)	213
Präsentation der Masterarbeit Mathematik (PN 488999) Presentation of master's thesis	215
Masterarbeit Mathematik Master's thesis in mathematics (PN 489900)	216

Abkürzungsverzeichnis und Wörterbuch / List of abbreviations and dictionary:

Abkürzung / Abbreviation	Deutsch	English
AStuPO	Allgemeine Studien- und Prüfungsordnung	General study and examination regulations
BS	Blockseminar	Block seminar
FStuPO	Fachstudien- und -prüfungsordnung	Programme-specific study and examination regulations
M.Sc.	Master of Science	Master of Science
P	Praktikum	Lab/practicum
Pf	Pflichtfach	Compulsory course
Pr	Präsentation	Presentation
PN	Prüfungsnummer	Examination number
PO	Prüfungsordnung	Examination regulations
S	Seminar	Seminar
Sem.	Semester	Semester
SP	Schwerpunkt	Focus
Ü	Übung	Tutorial
V	Vorlesung	Lecture
Wahl	Wahlmodul	Elective
WPf	Wahlpflichtmodul	Compulsory elective

Deutsch	English
Modulgruppe	Focus area
Prüfungsausschuss	Board of examiners
Prüfungsnummer	Examination number

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.

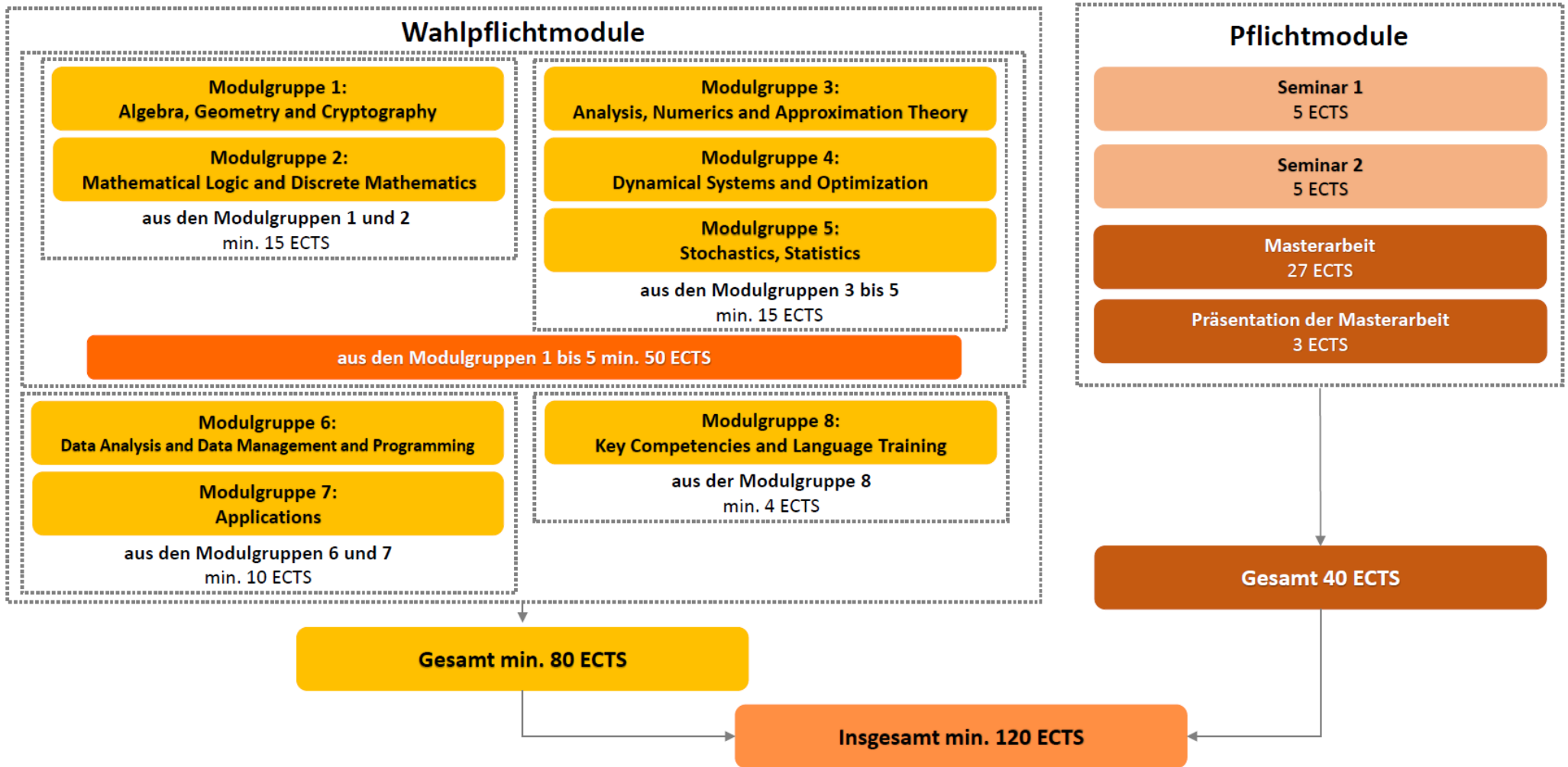
Remark: If at least one non-German speaker attends and the language of instruction is stated as “German or English” the language of instruction will be English as a rule.

Für Übersichtslisten zur Anrechenbarkeit und Modulgruppenzuordnung siehe

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

For reference tables see

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 totalling 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:	5008 Grundfragen der Didaktik der Informatik (PN 777911)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Einmal pro Studienjahr
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Heuer
Dozent(in) / Lecturer:	Heuer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „KCLT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Stunden Präsenzstundenzeit 60 Stunden Selbststudienzeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	-
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlagen der Informatik, Programmierung I
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Bachelor Informatik, Bachelor Internet Computing, Lehramt
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • Aspekte fachbezogenen Lehrens und Lernens erläutern • einige Unterrichtsansätze sowie Grundsätze und Standards erläutern • grundlegende Ideen der Informatik identifizieren und demonstrieren • einige Techniken und Hilfsmittel zur Vermittlung informatischer Inhalte erkennen, beurteilen und anwenden • den eigenen Lernprozess reflektieren
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele, Standards, Erscheinungs- und Organisationsformen informatischer Bildung • grundlegende Ideen der Informatik • Techniken und Hilfsmittel zur Vermittlung informatischer Inhalte
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 15 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben
Medienformen / Media used:	Beamer, Tafel, Programmierwerkzeuge
Literatur / Literature/reading list:	Wird von der Dozentin bekannt gegeben

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	Modulgruppe „MLDM“ und „DADMP“ / Focus area “MLDM“ and „DADMP“
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
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</p>

	<p>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>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<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>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<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:	5610 Praktische Parallelprogrammierung / Practical Parallel Programming (PN 455371)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester / every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Größlinger
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 85 Std. Übungsaufgaben/Programmierprojekte + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Eigenstudium / 75 contact hours + 85 hrs exercises/programming projects + 60 hrs lecture recapitulation and self-study
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master computer science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u></p> <p>Die Studierenden lernen mehrere parallele Architekturen und eine Reihe von verschiedenen Ansätzen zur Parallelprogrammierung kennen. Sie werden in die Lage versetzt, für eine vorliegende Problemstellung und parallele Plattform den geeigneten Programmieransatz auszuwählen und anzuwenden. Die Studierenden erarbeiten sich das Verständnis eines Forschungspapiers zu Parallelisierung in unterstütztem Selbststudium.</p> <p>Students will learn several parallel architectures and a number of different approaches to parallel programming know. They will be able to choose and apply the appropriate programming approach for the problem and parallel platform. Students acquire comprehension of a research paper on parallelization in assisted self-study.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u></p> <p>Die Studierenden beherrschen die Konzepte der Parallelisierung</p>

	<p>konkreter Anwenderprobleme und können diese für eine ausgewählte Programmiersprache umsetzen.</p> <p>Students master the concepts of parallelization of specific user problems and implement them for a selected programming language.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></p> <p>Absolventen der Veranstaltung sind sich der Vielfalt paralleler Architekturen und Programmierungsansätze sowie den höheren Korrektheits- und Performanzanforderungen paralleler Programme im Vergleich zu sequenziellen Programmen bewusst. Sie sind mit den Grundlagen der Performanzanalyse von parallelem Programmcode vertraut und haben Einblick in eine aktuelle Methode modellgetriebener Parallelisierung.</p> <p>Graduates are aware of the diversity of parallel architectures and programming approaches as well as increased demands on the correctness and performance of parallel programs, compared with sequential programs. They are familiar with the basics of performance analysis of parallel program code and see into a current method of model-driven parallelization.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Es werden etwa ein halbes Dutzend verschiedene Paradigmen zur Parallelprogrammierung vorgestellt. Beispiele sind MPI, OpenMP, BSP, High-Performance Fortran, Java, OpenCL und OpenACC. Mindestens vier werden in Programmierprojekten vertieft. Es werden grundlegende Größen und Gesetze paralleler Berechnungen vorgestellt und theoretische Grundkenntnisse in der Spezifikation und Analyse von parallelen Abläufen vermittelt. Die Vor- und Nachteile verschiedener Vernetzungsmuster werden angesprochen.</p> <p>It will present about a half dozen different paradigms for parallel programming. Examples include MPI, OpenMP, BSP, High-Performance Fortran, Java, OpenCL and OpenACC. At least four are engrossed in programming projects. It introduces basic sizes and laws of parallel computations and provides theoretical basic knowledge in the specification and analysis of parallel processes. The advantages and disadvantages of various networking patterns are addressed.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Implementierungen (Quellcode) zu mehreren Programmierprojekten mit je etwa 2 bis 3 Wochen Bearbeitungszeit.</p> <p>/</p> <p>Implementations (source code) for several programming projects, each with about 2 to 3 weeks processing time.</p>
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Overhead, Beamer / slides, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Foliensätze, Buchauszüge, Forschungspapiere</p> <p>Ian Foster <http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/>: Designing and Building Parallel Programs. Addison-Wesley, 1994.</p> <p>Michael J. Quinn <http://www.cs.orst.edu/~quinn/>: Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. McGraw-Hill, 2004.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5710 Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen / Algorithmic / Graph Theory and Perfect Graphs (PN 455344)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / every four semesters
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Rutter
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ / Focus area “MLDM“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 45 Std., Übungen 50 Std., Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 55 Std. / 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:	Algorithmen und Datenstrukturen / Algorithms and Data Structures
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik/Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe der algorithmischen Graphentheorie und die in diesem Zusammenhang wichtigsten Graphklassen und deren Charakterisierungen, nämlich perfekte Graphen, chordale Graphen, Vergleichbarkeitsgraphen, sowie Intervall-, Split-, und Permutationsgraphen. / The students know the fundamental notions of algorithmic graph theory along with the, in this context, most important graph classes and their characterizations. These are perfect graphs, chordal graphs, comparability graphd as well as interval, split, and permutation graphs.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können Algorithmen zur Erkennung dieser Graphen sowie zur Lösung grundlegender algorithmischer Probleme auf diesen Graphen exemplarisch ausführen und analysieren. / The students can apply and analyze algorithms for recognizing and solving fundamental algorithmic problems on these graph classes.</p>

	<p>Kompetenzen / Competencies:</p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz in angewandten Fragestellungen Teilprobleme zu identifizieren, die sich mittels dieser Graphklassen ausdrücken lassen, sowie neue Algorithmen für Probleme, die zu Problemstellungen aus der Vorlesung verwandt sind, auf diesen Graphklassen zu entwickeln. / The students have the competence to identify subproblems of applied questions that can be modeled using these graphs classes and to develop new algorithms for problems on these graph classes that are related to the topics of the lecture.</p>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Viele grundlegende, in vielen Kontexten auftauchende Problemstellungen, etwa Färbungsprobleme oder das Finden von unabhängigen Mengen und maximalen Cliques, sind in allgemeinen Graphen NP-schwer. Häufig sind in Anwendungen vorkommende Instanzen dieser schwierigen Probleme aber wesentlich stärker strukturiert und lassen sich daher effizient lösen. In der Vorlesung werden zunächst perfekte Graphen sowie deren wichtigste Unterklasse, die chordalen Graphen, eingeführt und Algorithmen für diverse, im allgemeinen NP-schwere Probleme, auf chordalen Graphen vorgestellt.</p> <p>Anschließend werden vertiefte Konzepte wie Vergleichbarkeitsgraphen besprochen, mit deren Hilfe sich diverse weitere Graphklassen (Intervall-, Split-, und Permutationsgraphen) charakterisieren und erkennen lassen, sowie Werkzeuge zum Entwurf von spezialisierten Algorithmen für diese vorgestellt.</p> <p>---</p> <p>Many fundamental problems that appear in a multitude of contexts, such as coloring problems or finding maximum independent sets and maximum cliques, are NP-hard for general graphs. Often instances from practical applications have much more structure, and can be solved efficiently. The lecture first introduces perfect graphs and their most important subclass, the chordal graphs and presents efficient algorithms for solving various problems on these graphs, which are known to be NP-hard in the general case. Afterwards more advanced concepts like comparability graphs, which allow to characterize and recognize various other graphs classes such as interval, split, and permutation graphs, are covered along with tools and techniques for developing specialized algorithms for them.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Oral exam of about 30 minutes</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>Wird vom Dozenten/ von der Dozentin bekannt gegeben /</p> <p>Golumbic, Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs, 2nd. ed., Annals of Discrete Mathematics, vol. 57, Elsevier, 2004</p> <p>Spinrad, Efficient Graph Representations, Field Institute Monographs, vol. 19, AMS, 2003</p> <p>Course reader for the lecture.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5712 Algorithmen zur Visualisierung von Graphen Algorithms for Graph Visualization (PN455352)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester / every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Rutter
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ / Focus area “MLDM“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 45 Std., Übungen 50 Std., Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 55 Std. / 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 prerequisites:	Algorithmen und Datenstrukturen / Algorithms and Data Structures
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik/ Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis algorithmischer Fragestellungen und Lösungsansätze im Bereich der Visualisierung von Graphen, das auf dem bestehenden Wissen in den Themenbereichen Graphentheorie und Algorithmik aufbaut. Sie können Begriffe, Strukturen und grundlegende Problemdefinitionen aus der Vorlesung erklären. / The students acquire a systematic understanding of algorithmic problems and solution approaches in the area of graph visualization, based on their prior knowledge in the area of graph theory and algorithms. They can explain the notions, structures, and fundamental problem definitions from the lecture.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können Layoutalgorithmen für verschiedene Graphklassen exemplarisch ausführen, mathematisch präzise analysieren und ihre algorithmischen Eigenschaften beweisen. Zudem können die in der Vorlesung vorgestellten Komplexitätsresultate erklären und eigenständig ähnliche Reduktionsbeweise für neue Layoutprobleme führen. / The</p>

	<p>students can execute layout algorithms for different graph classes on examples, analyze them in a mathematically precise way, and they can argue their algorithmic properties. Moreover, they can explain the complexity results presented in the lecture and they are able to develop reductions for new layout problems that are similar to the ones from the lecture.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden besitzen die Kompetenz zu einem gegebenen Layoutproblem einen passenden Algorithmus auszuwählen, und diesen ggf. den Anforderungen einer konkreten Problemstellung anzupassen. Zudem sind sie in der Lage Visualisierungsprobleme aus Anwendungen der Graphvisualisierung zu analysieren, zu modellieren, und auf Basis der erlernten Konzepte und Techniken Lösungen für dieses Modell zu entwerfen und deren algorithmische Eigenschaften nachzuweisen. / The students have the competence to select a suitable algorithm for a given layout problem, and to adapt it to the requirements of a concrete problem. Moreover, they are able to analyze and model visualization problems from practical applications and, based on the concepts and techniques from the lecture, they can develop solutions for these models and prove their algorithmic properties.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In vielen Anwendungen ist es nützlich auftretende Graphen und Netzwerke zu Visualisieren. Dabei besteht das Kernproblem darin, das sogenannte Layoutproblem zu lösen, also den Knoten Koordinaten in der Ebene zuzuweisen und die Kanten auf Kurven zwischen den Endpunkten abzubilden. Je nach Anwendung werden dabei unterschiedliche Gütekriterien optimiert. Das Forschungsgebiet des Graphenzeichnens baut dabei auf Ansätze aus der Algorithmik, der Graphentheorie und der algorithmischen Geometrie auf. In der Veranstaltung wird eine repräsentative Auswahl an Visualisierungsproblem vorgestellt, deren Komplexität untersucht und zugehörige Algorithmen entworfen und analysiert.</p> <p>---</p> <p>In many applications it is useful to visualize graphs and networks. The core problem is to solve the so-called layout problem, which is to determine coordinates in the plane for the vertices and to map the edges to curves between their endpoints. Depending on the application, different optimization criteria apply. The Graph Drawing research area combines techniques from algorithms, graph theory, and computational geometry. The lecture provides a representative selection of visualization problems, for which the complexity is analyzed and corresponding algorithms are developed and analyzed.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Oral exam of about 25 minutes</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer / Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben /</p>

	<p>G. Di Battista , P. Eades, R. Tamassia, I. G. Tollis: Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs, Prentice Hall, 1999.</p> <p>M. Kaufmann und D. Wagner (eds): Drawing Graphs: Methods and Models, Springer LNCS 2025, 2001.</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:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ Focus area “MLDM”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
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:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science, Master Artificial Intelligence Engineering
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</p>

	<p>vorgestellten Techniken einzusetzen, um parametrisierte Algorithmen zu entwerfen. Sie sind in der Lage diese zu bewerten und unter mehreren Alternativen die passendste 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. Lokshtanov, 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:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“/ Focus area “A“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
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:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Rechnernetze
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science, Master Artificial Intelligence Engineering
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.</p> <p>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</p>

	<p>Grid etc. anzuwenden. Insbesondere wird die Fähigkeit zur Bestimmung erforderlicher Parameter erlangt.</p> <p>Students will develop skills designing architecture and analysis methods in the above types of networks. They will gain the 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></p> <p>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:	<p>Präsentation mit Beamer, Tafel</p> <p>Presentation on projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Math H. J. Bollen, Fainan Hassan, Integration of Distributed Generation in the Power System, Wiley, 2011</p> <p>Ali Keyhani, Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems, Wiley, 2011</p> <p>Holger Karl, Andreas Willig, Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005</p> <p>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:	5732 Ideals in Numerical Applications (PN 455363)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / every four semesters
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II oder äquivalent, Grundlagen Algebra / Analysis I & II, Linear Algebra I & II or equivalent, basics of Algebra
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Computeralgebra für Idealtheorie deren Anwendung auf und Numerische Probleme.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können Beweistechniken nachvollziehen, auf verwandte Probleme aus Theorie Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis Algorithmen entwickeln.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden haben die Kompetenz, die Konzepte und Methoden der Computeralgebra zu verstehen, und geeignete Techniken für Anwendungsprobleme auszuwählen und zu evaluieren.</p>
Inhalt / Course content:	The euclidean algorithm; Ideals and bases; Polynomial interpolation; Filters, filterbanks and wavelets; Prony's problem and dual convolutions; Subdivision methods
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	ca. 30 Minuten mündliche Prüfung - - - (approx..) 30-minute oral examination
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer / presentation projector, slides

Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none">• Cohen, A. M., Cuypers, H., Sterk, M., editors (1999). Some Tapas of Computer Algebra, volume 4 of Algorithms and Computations in Mathematics. Springer.• Cox, D., Little, J., O'Shea, D. (1996). Ideals, Varieties and Algorithms. Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 2. edition.• Eisenbud, D. (1994). Commutative Algebra with a View Toward Algebraic Geometry, volume 150 of Graduate Texts in Mathematics. Springer.• Gathen, J. v. z., Gerhard, J. (1999). Modern Computer Algebra. Cambridge University Press.
--------------------------------------	--

Modulbezeichnung / Module title:	5733 Computerized Tomography (PN 455367)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Functional Analysis
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen / Applicability for other courses:	
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse: Die Studierenden kennen die grundlegende Theorie der Computertomographie, sowie die verbreitetsten numerischen Verfahren.</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden verstehen die Beweistechniken und können sie auf verwandte Probleme anwenden. Sie sind in der Lage für eine konkrete Aufgabenstellung ein geeignetes Verfahren auszuwählen und ggf. anzupassen.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden haben die vorgestellten Konzepte und Methoden verinnerlicht, erkennen und verwenden sie in verwandten Bereichen. Sie sind in der Lage sich in aktuelle Literatur einzuarbeiten und diese im Feld der Computertomographie einzuordnen.</p>
Inhalt / Course content:	Grundlagen der Computertomographie: Radon-Transformation, Inversionsformeln (Filtered Backprojection, Tuy, Grangeat). Praktisch genutzte Algorithmen, insb. den Algorithmus von Feldkamp, sowie algebraische Methoden (SIRT und SART). Verbindung zu inversen Problemen (Degree of Ill-Posedness, Regularisierungsstrategien). Ausblick in weiterführende Themen (Limited Angle Tomography, Lambda Tomography)
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten)

Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer
Literatur / Literature/reading list:	The Mathematics of Computerized Tomography, Natterer The Radon Transform and Local Tomography, Ramm and Katsevich

Modulbezeichnung / Module title:	5734 Mathematical Foundations of Machine Learning (PN 405224)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbe- reitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis II, Numerik, Stochastik / Analysis II, Numerics, Stochastics
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: 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>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können Verfahren der Lerntheorie bewerten, selbstständig 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>Kompetenzen / Competencies: 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>---</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:	Präsentation und Beamer, Folien, Tafel, Skript / presentation projector, slides, blackboard, lecture notes
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning • B. Schölkopf, A. Smola, Learning with Kernels • T. Hastie, R. Tibshirami, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning • F. Cucker, D.X. Zhou, Learning Theory • Skriptum zur Vorlesung vollständig ausgearbeitet und gedruckt / Lecture Notes

Modulbezeichnung / Module title:	5736 Continued Fractions (Kettenbrüche) (PN 455354)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 60 Stunden, Übungsaufgaben 60 Stunden, Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 Stunden / 60 contact hours + 60 hrs exercises + 60 hrs lecture follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II, Numerische Mathematik / Analysis I/II, Linear Algebra I/II, Numerics
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die wichtigsten Resultate aus der Theorie der Kettenbrüche und deren Verwendung in Anwendungen.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können Beweistechniken aus dem Gebiet der Kettenbrüche nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis Algorithmen entwickeln.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden haben die Kompetenz, sich Techniken aus dem Gebiet zu erschließen und passend für Anwendungsprobleme auszuwählen und zu evaluieren.</p>
Inhalt / Course content:	Applications of continued fractions; continued fractions and number theory; continued fractions and polynomials: quadrature, orthogonal polynomials, Sturm chains, Padé approximation; signal processing, Hurwitz and Stieltjes
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90minütige Abschlussklausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung (wird am Anfang der Veranstaltung mitgeteilt)</p> <p>---</p> <p>90-minute written examination or 20-minute oral examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard)</p>

	and faculty website at the start of the semester)
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer / presentation projector, slides
Literatur / Literature/reading list:	<p>F. R. Gantmacher, Matrix Theory. Vol. II, Chelsea Publishing Company, 1959, Reprinted by AMS, 2000.</p> <p>W. Gautschi, Numerical analysis. an introduction, Birkhäuser, 1997.</p> <p>A. Ya. Khinchin, Continued fractions, 3rd ed., University of Chicago Press, 1964, Reprinted by Dover 1997.</p> <p>O. Perron, Die Lehre von den Kettenbrüchen I/II, 3rd ed., B. G. Teubner, 1954.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5739 Geometric Modeling Project (PN 455355)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2P
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II oder äquivalent / Analysis I & II, Linear Algebra I & II or equivalent
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen von CAD- und CAM-Systemen, sowie die in diesen Systemen verwendeten geometrischen Objekte.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können mit den im CAGD üblichen Kurven- und Flächentypen umgehen, Algorithmen zum Umgang mit ihnen entwickeln sowie Eigenschaften der Objekte und Algorithmen mathematisch formulieren und beweisen. Sie können außerdem konkrete Objekte konstruieren, reproduzieren oder generieren.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden haben die Kompetenz, die Funktionsweise von CAD-Systemen zu verstehen, geeignete Kurven- und Flächentypen für Modellierungsprobleme auszuwählen und in konkreten Fragestellungen einzusetzen.</p>
Inhalt / Course content:	Differentialgeometrische Eigenschaften von Kurven und Flächen, Kurvenprimitive im CAD: Polynome, Splines, rationale Kurven. Methoden zur Flächengenerierung: Blending, Tensorprodukt. Untersuchung von geometrischen Differenzierbarkeitseigenschaften. - - -

	Differential geometric properties of curves and surfaces, curve primitives in CAD: polynoms, splines, rational curves. Methods for surface generation: Blending, tensor product. Analysis of geometric differentiability properties
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Erstellung eines Prototypen und Präsentation (ca. 30min) zum Projekt und dessen Durchführung - - - Creation of a prototype and presentation (approx. 30 minutes) about the project and its implementation
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer / presentation projector, slides
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekannt gegeben / Announced during the course

Modulbezeichnung / Module title:	5753 Distributionentheorie (PN 455360) Generalized Function Theory
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs / 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II oder äquivalent / Analysis I+II, Linear Algebra I+II or equivalent
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse: Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Distributionen-Theorie.</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden können Beweistechniken der Distributionentheorie nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis eigene Beweise entwickeln.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden haben die Kompetenz, die Konzepte und Methoden der Distributionen-Theorie zu verstehen, und geeignete Analysetechniken der Distributionentheorie für Anwendungsprobleme auszuwählen oder zu entwickeln und anzuwenden.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Lokalkonvexe topologische Räume, Raum der Testfunktionen, Raum der Distributionen • Charakterisierung von Distributionen, Konvergenz, lokales Verhalten • Cauchy-Hauptwert • Integration von Distributionen und Anwendung auf

	<p>gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faltung von Distributionen • Fourier-Transformation, Schwartz-Raum und temperierte Distributionen <p>---</p> <ul style="list-style-type: none"> • Locally convex topological vector spaces, Test function space, space of generalized functions • Characterizations of generalized functions, convergence, local behavior • Cauchy principal value • Integration of generalized functions and application to ordinary differential equations • Convolution of generalized functions • Fourier transform, Schwartz space and tempered distribution
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>---</p> <p>90-minute written examination or oral examination (approx 20 minutes). 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:	Tafel, Beamer, Übungsblätter / Blackboard, projector, exercise sheets
Literatur / Literature/reading list:	Walter Rudin. Functional Analysis. McGraw-Hill

Modulbezeichnung:	5754 Approximationstheorie (PN 451403)
Häufigkeit des Modulangebotes:	unregelmäßig
Moduldauer:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Forster-Heinlein
Dozent(in):	Forster-Heinlein
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area „ANAT“
Lehrform/SWS:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand:	30+30 Std. Präsenz, 60+60 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Kenntnisse: Die Studierenden kennen die Schlüsselprinzipien asymptotischer Expansionen und linearer Approximation.</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden der linearen Approximation und spezielle asymptotische Expansionen bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden.</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkonzepte asymptotischer Expansionen • Methode partieller Integration • Euler-Maclaurin Summationsformel • Laplace-Methode • Methode des steilsten Abstiegs • Lineare Tchebysheff Approximation
Studien-/Prüfungsleistungen:	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben
Medienformen:	Tafel, Beamer, Übungsblätter
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • R. Wong: Asymptotic Approximation of Integrals. Academic Press, 1989 • E. W. Cheney: Approximation theory, McGraw-Hill, 1966 • P. J. Davis: Interpolation and Approximation, Blaisdell, 1963 • P. L. Butzer, R. J. Nessel: Fourier Analysis and Approximation, Vol 1., Birkhäuser, 1971 • D. Gaier: Vorlesungen über Approximation im Komplexen. Birkhäuser, 1980. • G. Meinardus, Approximation von Funktionen und ihre numerische Behandlung, 1964

Modulbezeichnung / Module title:	5754 Constructive Approximation (PN 405244)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs / 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II oder äquivalent / Analysis I+II, Linear Algebra I+II or equivalent
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse: Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Approximationstheorie.</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden können Beweistechniken der Approximationstheorie nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis Algorithmen entwickeln.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden haben die Kompetenz, die Konzepte und Methoden der Approximationstheorie zu verstehen, und geeignete Approximationstechniken für Anwendungsprobleme auszuwählen und zu evaluieren.</p>
Inhalt / Course content:	Qualitative Approximation: Dichtheitsaussagen und Approximation in linearen Räumen; Shape preserving approximation; Quantitative Approximation mit trigonometrischen und algebraischen Polynomen; Translationsinvariante Räume und Wavelets; Der Satz von Kolmogoroff und Neuronale Netze
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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

	<p>gegeben</p> <p>---</p> <p>90-minute written examination or oral examination (approx 20 minutes). 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 und Beamer
Literatur / Literature/reading list:	<p>G. G. Lorentz. <i>Approximation of functions</i>. Chelsea Publishing Company, 1966.</p> <p>I. Daubechies. <i>Ten Lectures on Wavelets</i>, volume 61 of CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics. SIAM, 1992.</p> <p>P. J. Davis. <i>Interpolation and Approximation</i>. Dover Books on Advanced Mathematics. Dover Publications, 1975.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5756 Funktionalanalysis / Functional Analysis (PN 485367)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein, Prochno, Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein, Prochno, Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area „ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz, 90+90 Std. Eigenarbeitszeit / 60+30 contact hours, 90+90 hours independent study.
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II / Linear Algebra I and II, Analysis I and II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Techniken, um lineare Funktionale und Operatoren in topologischen Vektorräumen, insbesondere Banach- und Hilbert-Räumen, zu analysieren.</p> <p>/</p> <p>The students acquire the basic theoretical technics on how to analyse linear functions and operators in topological vector spaces, specially in Banach- and Hilbert- spaces.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden der Funktionalanalysis bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden.</p> <p>/</p> <p>The students can apply methods of functional analysis in specific question of contemporary mathematical and natural sciences topics.</p>

Inhalt / Course content:	<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Topologische Vektorräume • Vollständigkeit, der Satz von Baire und seine Konsequenzen • Konvexität und Hahn-Banach-Sätze • Banach- und Hilbert-Räume, Dualität • Schwache und Schwach*-Konvergenz • Spektralsatz für kompakte selbstadjungierte Operatoren <p>/</p> <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Topological vector spaces • Completeness, the Baire theorem and its consequences • Convexity and Hahn-Banach theorems • Banach and Hilbert spaces and duality • Weak and weak*-convergenceThe spectral theorem for compact self-adjoint operators
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Zwei Teilleistungen:</p> <p>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> <p>Teilleistung 2 (20%): Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein zusätzliches Thema der Funktionalanalysis.</p> <p>Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>/</p> <p>Examination in two parts 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 Functional Analysis.</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"> • W. Rudin, Functional Analysis, McGraw Hill, 1991. • M. Reed/B. Simon, Functional Analysis, Academic Press, 1972. • D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, 2007. • F. Hirzebruch, W. Scharlau: Einführung in die Funktionalanalysis, BI-Hochschulbücher, 1991

Modulbezeichnung / Module title:	5757 Fourier- und Laplace-Transformation (PN 451405) Fourier and Laplace transforms
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs 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:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II, oder Grundlagen der Mathematik 1,2 / Linear Algebra I and II, Calculus I and II, or foundations of mathematics 1 and 2
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Methoden der Fourier- und Laplace-Transformation. / Students are familiar with the basic theoretical methods of Fourier and Laplace transform.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden sind in der Lage, Funktionen, die in konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften auftreten, anhand von Fourier-Techniken zu analysieren. / Students are able to analyze functions that occur in specific questions on current topics in mathematics and the natural sciences using Fourier techniques.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Fourier-Reihen • Fourier-Integrale in L^1 und L^2 • Poisson-Summationsformel • Abtastsatz • Paley-Wiener-Satz

	<ul style="list-style-type: none"> • Lokale Transformationen und die Heisenbergsche Unschärferelation • Laplace-Transformation und ihre Inversion <p>---</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fourier series • Fourier integrals in L^1 and L^2 • Poisson summation formula • Sampling theorem • Paley-Wiener Theorem • Local transformations and the Heisenberg uncertainty principle • Laplace transform and its inversion
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>---</p> <p>20-minute individual oral examination or 90-minute written exam. 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:	Tafel, Beamer, Übungsblätter / Blackboard, projector, exercise sheets
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • Richard E. Bellman and Robert S. Roth. The Laplace Transform. World Scientific, 1984. • Yitzhak Katznelson. An introduction to harmonic analysis. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1968. • Rupert Lasser. Introduction to Fourier Series, volume 199 of Monographs and textbooks in pure and applied mathematics. Marcel Dekker, Inc., New York, 1996. • Stéphane Mallat. A wavelet tour of signal processing. Academic Press, San Diego, 1997. • Jayakumar Ramanathan. Methods of Applied Fourier Analysis. Birkhäuser, 1998. • Joel L. Schiff. The Laplace Transform. Springer, 1999. • P. Wojtaszczyk. A Mathematical Introduction to Wavelets. Number 37 in London Mathematical Society Student Texts. Cambridge University Press, 1997. • Robert M. Young. An Introduction to Nonharmonic Fourier Series. Academic Press, New York, 1980.

Modulbezeichnung / Module title:	5771 Multimedia-Datenbanken (PN 405031) Multimedia Databases
Häufigkeit des Modulangebotes / 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:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik, Master Artificial Intelligence Engineering, Master Wirtschaftsinformatik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: 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>Fähigkeiten / Abilities: 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>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden besitzen die Kompetenz zur Übertragung der Datenbankkenntnisse auf Multimediatechniken, Erweiterungen von SQL und Beherrschung von objekt-relationalen Konstrukten am Beispiel Multimedia, technischer Umgang mit</p>

	Medien, Management von Multimediadaten im Allgemeinen. / 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.
Inhalt / Course content:	<p>Neue Medienstandards (hier vor allem von MPEG - MPEG-4 AVC oder von MPEG abgeleitet divX, mp3) und immer bessere Aufnahmegräte 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</p> <p>Programmierung von Multimedia-DBMS</p> <p>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</p>

	<p>multimedia search here differs substantially from textual 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: 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: Multimedia access structures, especially the family of R-trees, SS -trees and SR- Trees Multimedia Anfrageverarbeitung and optimization Programming of multimedia DBMS Overview of common MMDB products and research prototypes</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min schriftliche Klausur / 90-minute written examination
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, selbstständiges Studium von sekundärer Literatur</p> <p>Folienskript ist vorhanden und über Stud.IP zugänglich. - - -</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:	5772 Data Modelling and Data Processing in the Internet of Things (PN 455386)
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, Kabisch
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30 + 15 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben, Vor- und Nachbereitung 30 + 15 contact hours + 105 hrs exercises, 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
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen die Grundlagen der aktuellen Datenmodellierungs-Ansätze und deren Verarbeitung im Kontext der Internet of Things (IoT) Domäne. Sie können Datenmodelle von beteiligten IoT Systemen beschreiben und wenden Techniken an, um diese zu verarbeiten und zu interpretieren, um u.a. eine Interaktion zu anderen IoT Systemen zu ermöglichen (Plug&Play). Sie kennen den Einsatz von standardisierten (semantischen) Web-Technologien im Umfeld von W3C Web of Things (WoT) und können aktuelle Anwendungen in verschiedenen Bereichen der Industrie, u.a. Automatisierung, Energie- und Verkehrssysteme an Hand ihrer Services beschreiben. Students gain an understanding of the basics of current data modeling approaches and their processing in the context of the Internet of Things (IoT) domain. They are able to describe data models of participating IoT systems and apply techniques to process and interpret them, for example, to enable interaction with other IoT systems (Plug&Play). They

	<p>will be familiarized with the use of standardized (semantic) web technologies in the context of the W3C Web of Things (WoT) and can describe current applications in various areas of industry, including automation, energy and transport systems through their services.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Teilnehmer können grundlegende Ansätze der Datenmodellierung für Internet of Things-Systeme implementieren. Sie sind befähigt Servicebeschreibungen für konkrete Fragestellungen und Anwendungen im Web of Things zu verfassen.</p> <p>Participants will be equipped to implement fundamental approaches to data modeling for Internet of Things systems. They will be able to write service descriptions for concrete questions and applications in the Web of Things.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erlernen grundlegende und praktische Kompetenzen in der Konzeption von IoT-Systemen und mit den Technologie Blöcken der W3C Web of Things, sowie in der Anwendung mit semantischen Web-Technologien.</p> <p>Students learn basic and practical skills in the design of IoT systems, the technology blocks of the W3C Web of Things, as well as in the application of semantic web technologies.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Internet-of-Things (IoT)-Systeme sammeln und aggregieren Sensordaten von physischen Produkten. Damit können Steuerungen optimiert, innovative Services angeboten und neue Geschäftsmodelle entwickelt werden. IoT-Systeme brauchen ein intelligentes Datenkonzept und Datenmanagement, das neben dem Sammeln und Aggregieren auch das Auswerten der Sensordaten berücksichtigt.</p> <p>Die Vorlesung gliedert sich in drei Teilen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in IoT und verschiedene Web Technologien relevant für IoT-Systeme <ul style="list-style-type: none"> • IoT Systeme, u.a., Mikrokontroller • IoT Frameworks and Architectures (e.g., Vorto) • JSON, JSON Schema, RDF, JSON-LD 1.1 • IoT Datastores, u.a von IoT Cloud Systemen 2. Datenmodellierungstechnologien für die IoT <ul style="list-style-type: none"> • WoT Building Blöcke: Thing Model, Thing Description und Binding Templates • Semantische Modellierung (Kontexterweiterung) 3. Datenverarbeitungsmechanismen im IoT <ul style="list-style-type: none"> • WoT API • Discovery • Security • Datenkodierung • Datenverarbeitung <p>---</p>

	<p>Internet-of-Things(IoT) systems collect and aggregate sensor data from physical products. This enables control systems to be optimised, innovative services to be offered and new business models to be developed. IoT systems require an intelligent data concept and data management that takes into account not only the collection and aggregation but also the evaluation of sensor data.</p> <p>The lecture is divided into 3 parts:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to IoT and different web technologies relevant for IoT systems. <ul style="list-style-type: none"> • IoT Systems, such as, microcontroller • IoT Frameworks and Architectures (e.g., Vorto) • JSON, JSON Schema, RDF, JSON-LD 1.1 • IoT Datastores, such as from IoT Cloud Systems 2. Data Modeling technologies for IoT <ul style="list-style-type: none"> • WoT Building Blocks: Thing Model, Thing Description und Binding Templates • Semantic Modeling (Context Extension) 3. Data processing mechanisms in IoT <ul style="list-style-type: none"> • WoT API • Discovery • Security • Data coding • Data processing
<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 Projector presentation</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird vom Dozenten zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.</p> <p>To be announced by the lecturer. The literature will be announced by the lecturer at the beginning of the lecture.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5773 Implementierung von Datenbanksystemen Implementation of Database Systems (PN 405069)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Kosch
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 65 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 75 contact hours + 65 hrs exercises + 60 lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Systeminterna und Implementierung von Datenbanksystemen. / Students acquire in-depth knowledge of system internals and implementation of database systems.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden haben die Fähigkeit, Datenbank-Tuning in der Praxis durchzuführen. / Students will acquire the ability to database tuning in practice.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden besitzen die Kompetenz, die Systemsicht eines Datenbanksystems einzunehmen und zukünftige Entwicklungen im Datenbankbereich zu beurteilen. / Students will have the competence to take the system point of view of a database system and to assess future developments in the database area.</p>
Inhalt / Course content:	Diese Vorlesung soll einen Überblick über aktuelle Konzepte der Implementierung von Datenbanksystemen (DBS), insbesondere relationaler Datenbanken geben. Dabei wird zunächst auf allgemeine Anforderungen an Datenbanksysteme eingegangen, ehe verschiedene Datenzugriffsmethoden vorgestellt werden. Darauf aufbauend

werden verschiedene Ansätze der relationalen Anfrageoptimierung, der Viewbearbeitung, sowie der Fehlerbehandlung und -erholung beschrieben. Abschließend werden die vorgestellten Konzepte auf verteilte Datenbanksysteme angepasst, indem die bisher entwickelten Datenstrukturen und Algorithmen hinsichtlich der Anforderungen der Verteilung erweitert werden. Details aktueller Datenbanksystemversionen, Oracle, IBM DB2 werden in speziellen Kapiteln behandelt. In den begleitenden Übungen werden die verschiedenen Konzepte an Beispielen vertieft und die Umsetzung in aktuellen DBS diskutiert. Im praktischen Teil der Übungen wird das Datenbank-Tuning vorgestellt, d.h., die Optimierung eines Datenbanksystems für verschiedene Anwendungen und Systemparameter. Administrative Grundlagen werden vermittelt.

Inhaltliche Gliederung:

Architekturen von DBS Blockorientierte Zugriffsschnittstelle

E/A-Architekturen und Speicherhierarchien

Speichertechnologie Externspeicherverwaltung

DBS-Pufferverwaltung Datensatzorientierte Zugriffsschnittstelle

Speicherungsstrukturen für Datensätze und Objekte

Indexstrukturen, u.a., B-Baum Familie, Hashing, multidimensionale Indexstrukturen

Mengenorientierte Zugriffsschnittstelle Anfragebearbeitung und Optimierung Verteilte Datenbanksysteme

Details aktueller Datenbanksystemversionen, Oracle und IBM DB2

- - -

This lecture will provide an overview of current concepts in implementation of database systems (DBS), particularly relational databases. It first discusses general requirements for database systems before different data access methods are presented. Different approaches to relational query optimization, the view editing, and error handling and recovery are described. Finally, the concepts presented in distributed database systems will be adapted to the previously developed data structures and algorithms and extended with respect to the requirements of the distribution. Details of current database system versions, Oracle, IBM DB2 are treated in special chapters. In the accompanying tutorials, the various concepts with examples will be presented and the implementation in current DBS will be discussed. In the practical part of the tutorials the database tuning will be presented, ie, the optimization of a database system for various applications and system parameters. Administrative basics are taught.

Content structure: Architectures of DBS block -oriented access interface, I/O architectures and memory technology memory hierarchies, external memory management, DBS buffer management, record -oriented access interface, storage structures for records and objects Index structures, e.g. B- tree family, hashing, multidimensional index structures Quantity -based access interface query processing and optimization of Distributed Database Systems

	Details of current database system versions, Oracle and IBM DB2.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min schriftliche Klausur / 90-minute written examination
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, selbstständiges 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>Lecture slides are accessible and available through Stud.IP</p>
Literatur / Literature/reading list:	Theo Härder, Erhard Rahm: „Datenbanksysteme: Konzepte und Techniken der Implementierung“, 2. Auflage, Springer Verlag, 2001, ISBN 3-540-65040-7.

Modulbezeichnung / Module title:	5780 Computeralgebra (PN 455358) Computer Algebra
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area “AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbereitung der Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 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:	Lineare Algebra I und II, Algebra I / Linear Algebra I and II, Algebra I (or an equivalent higher algebra course)
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Lehramt Mathematik Gymnasium / Teacher training programme for secondary education in Mathematics (Gymnasium)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Skills and Knowledge: Starting from the basics, the students learn important intermediate and advanced methods of Computer Algebra, in particular those methods that are based on Gröner basis theory. A particular emphasis is put on the skill to develop and implement suitable algorithms for important applications of this theory. For this, the students know and are able to use a computer algebra system such as CoCoA and its top level language such as CoCoAL. The students know how to test, evaluate, and optimize these algorithms.</p> <p>Abilities: The students are able to develop, implement and optimize suitable algorithms can be for solving problems in Computer Algebra. They can prove the correctness of their solutions and are able to implement and apply them in concrete application scenarios.</p> <p>Competencies: The students learn how to connect theoretical knowledge about basic methods of Computer Algebra with practical problem</p>

	settings, how to implement algorithms efficiently, how to manage their work load and time for solving such problems, and how to establish interdisciplinary connections between theoretical computer science and algorithmic mathematics.
Inhalt / Course content:	<p>The lecture course starts with an introduction of basic mathematical structures and algorithms underlying modern computer algebra (exact arithmetic, polynomials) as well as their efficient implementation in actual computer algebra systems.</p> <p>Consequently, the theory of Gröbner bases and their fundamental algorithmic applications are introduced. All proofs are accompanied by suitable references to the implementation details.</p> <p>Finally, these algorithms are applied to concrete problems such as computing syzygy modules, computing Hom-modules, computing kernels and images of algebra homomorphisms, and solving polynomial systems over finite and infinite base fields.</p> <p>All parts of the lecture course are accompanied by the discussion of typical proof strategies for both theorems and algorithms and actual implementations in a suitable computer algebra system such as CoCoA.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>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> <p>- - -</p> <p>30-minute individual oral examination or 120-minute written exam.</p> <p>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:	Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation / beamer presentation
Literatur / Literature/reading list:	M. Kreuzer und L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 1, 2nd printing, Springer 2008

Modulbezeichnung / Module title:	5781 Algorithmische Algebraische Geometrie (PN 405154) Computational Algebraic Geometry
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area “AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbereitung der Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 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:	Lineare Algebra I und II, Computeralgebra / Linear Algebra I and II, Computer Algebra
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die wichtigsten Konzepte und Methoden der algorithmischen algebraischen Geometrie sind den Studierenden bekannt. Fundamentale Algorithmen und Beweistechniken der algebraischen Geometrie und der kommutativen Algebra sowie deren Anwendungen sind ihnen geläufig. / The main concepts and methods of algorithmic algebraic geometry will be covered. Fundamental algorithms and proof techniques of algebraic geometry and commutative algebra and their applications will be covered.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können algebraisch-geometrische Sachverhalte und Fragestellungen in die Sprache der kommutativen Algebra übersetzen und sie für eine algorithmische Beantwortung aufbereiten. Die Studierenden sind in der Lage, ein Computeralgebrasystem anzuwenden um Probleme aus der algebraischen Geometrie zu lösen oder Beispielberechnungen durchzuführen. / Students will be able to translate algebraic-geometric facts and issues in the language of commutative algebra and prepare for an algorithmic solution. Students will be able to use a computer algebra system to solve problems in algebraic geometry or perform sample calculations.</p>

	<p>Kompetenzen / Competencies: Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen der theoretischen Informatik und der algorithmischen Mathematik. / The students acquire evaluative skills in relation to the link between the theoretical content of their studies with practical problems, organizational skills in terms of their time and labor management, and self-reflective skills in relation to interdisciplinary connections between the theoretical Computer Science, and computational mathematics.</p>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Als Grundlage für alle weiteren Inhalte wird der Hilbertsche Nullstellensatz ausführlich besprochen und bewiesen. Die wesentlichen Techniken zur Übersetzung geometrischer Fragestellungen in algebraische und umgekehrt werden damit eingeführt. Dann werden die theoretischen Grundlagen aus der kommutativen Algebra bereitgestellt (z. B. Hilbertscher Basissatz, graduierte Ringe und Modulen, Hilbert-Funktionen) und damit wichtige Objekte der algebraischen Geometrie (z. B. algebraische Kurven und Flächen, projektive Varietäten, endliche Punktmengen) studiert.</p> <p>In den Übungen werden die Algorithmen und Verfahren mittels eines geeigneten Computeralgebrasystems (z. B. CoCoA) in explizite Computerprogramme umgesetzt und damit konkrete Berechnungsaufgaben der algorithmischen algebraischen Geometrie gelöst.</p> <p>- - -</p> <p>As a basis for all other contents, Hilbert's theorem of zeros is discussed and proved in detail. The main techniques for translation of geometric problems into algebraic and vice versa are introduced. Then the theoretical foundations of the commutative algebra are provided (e.g. Hilbert basis theorem, graduated rings and modules, Hilbert functions) and thus important objects of algebraic geometry (e.g. algebraic curves and surfaces, projective varieties studied finite point sets).</p> <p>In the tutorials, the algorithms and methods by means of a suitable computer algebra system will be implemented (e.g. CoCoA) in explicit computer programs and thus solved for specific calculation tasks of algorithmic algebraic geometry</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>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> <p>- - -</p> <p>30-minute individual oral examination or 120-minute written exam. 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, Beamer-Präsentation / Blackboard, projector-presentation</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>M. Kreuzer und L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 2, Springer, Heidelberg 2005</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5782 Kryptographie / Cryptography (PN 401816)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	In der Regel jedes 2. Semester / usually every second semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer, Sauer, Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer, Sauer, Zumbrägel
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area “AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbereitung der Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 90 contact hours, exercises 90 hours, Independent study and exam preparation 90 hours
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I / Linear Algebra I
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Lehramt Mathematik Gymnasium / Teacher training programme for secondary education in Mathematics (Gymnasium)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen wichtige symmetrische und Public-Key Kryptosysteme. Sie sind mit der Sicherheitsanalyse solcher Systeme vertraut. Insbesondere kennen die Studenten die sicherheitsrelevanten Aspekte des RSA-Kryptosystems. Ferner wissen die Studierenden, wie man kryptographische Systeme in Protokolle eingliedert und kennen wichtige kryptographische Protokolle sowie deren Kryptoanalyse. / The students know important symmetric and public-key cryptosystems. You are familiar with the safety analysis of such systems. In particular, the students know the safety aspects of the RSA cryptosystem. Furthermore, the students know how to integrate cryptographic systems and protocols know important cryptographic protocols and their cryptanalysis.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden können die Sicherheit eines Kryptosystems untersuchen und einschätzen. Für konkrete Anforderungen können sie geeignete Kryptosysteme und kryptographische Protokolle bestimmen und auf ihre sichere Verwendbarkeit testen. Sie verstehen die mathematischen Grundlagen der modernen Kryptographie und beherrschen einfache Beweise und Anwendungen dieser Theorie. / Students can examine and assess the security of a cryptosystem. For specific requirements,</p>

	<p>they can determine suitable cryptosystems and cryptographic protocols and test their usability safe. They understand the mathematical foundations of modern cryptography and master simple proofs and applications of this theory.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen den Fragen der IT-Sicherheit und der zugehörigen informationstheoretischen und algorithmischen Grundlagen. / The students acquire evaluative skills in relation to the link between the theoretical Content of their studies with practical problems, organizational skills in relation to their time and work management, and self-reflective skills in relation to interdisciplinary connections between the issues of IT security and the associated information theory and algorithmic foundations.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Basierend auf einer Darstellung der historischen Wurzeln und Vorgänger werden moderne kryptographische Systeme vorgestellt und analysiert. Dabei kommen sowohl symmetrische Verfahren (z. B. Vigenere, DES, AES) als auch Public-Key Verfahren (z. B. RSA, ElGamal, elliptische Kurven Systeme) nicht zu kurz. Diese kryptographischen Bausteine werden einer sorgfältigen Kryptoanalyse unterzogen und dann in Protokolle zur Erledigung wichtiger kryptographischer Aufgaben eingebaut: Authentifikation, Signatur, geheime Nachrichtenübermittlung, Secret Sharing, Zero-Knowledge Beweise etc. Auch diese Verfahren werden ausführlich analysiert und wichtige Angriffs- und Schutzmechanismen untersucht.</p> <p>- - -</p> <p>Based on a description of the historical roots and predecessors modern cryptographic systems are presented and analyzed. Both symmetric algorithms (e.g. Vigenere, DES, AES) and public-key methods (such as RSA, ElGamal, elliptic curve systems) can not be neglected. These cryptographic modules are subjected to careful cryptanalysis and then incorporated into protocols for completion of important cryptographic tasks: authentication, signature, secret communications, secret sharing, zero-knowledge proofs, etc. These processes are analyzed in detail and major attack and protection mechanisms are examined.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>120minütige 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> <p>- - -</p> <p>Approx. 30-minute oral or 120-minute written examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard and faculty website at the start of the semester).</p>
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation / Blackboard, presentation, projector
Literatur / Literature/reading list:	D. Wätjen, Kryptographie, Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg 2008

Modulbezeichnung / Module title:	5784 Codierungstheorie / Coding Theory (PN 463030)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ / Focus area “MLDM“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 75 Stunden, Übungsaufgaben 60 Stunden, Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 Stunden / 75 contact hours, 60 hours exercises, 75 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:	Lineare Algebra I / Linear Algebra I
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen den Aufbau und die Konstruktion linearer Codes und sind mit wichtigen Beispielklassen vertraut. Den Studierenden sind die mathematischen Grundlagen der Codierungstheorie bekannt, einschließlich der verwendeten algorithmischen Techniken und wichtiger Beweisverfahren. / Students know the structure and design of linear codes, and are familiar with important classes of examples. The students know the mathematical foundations of coding theory, including algorithmic techniques and important proof method used</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden sind in der Lage, für praktische Anwendungen geeignete Codierungsverfahren zu bestimmen und auf ihre Korrektheit hin zu untersuchen. Sie können verschiedene Codierungsverfahren am Computer implementieren und auf ihre Effizienz analysieren. Sie sind in der Lage, grundlegende Berechnungsaufgaben selbstständig zu bearbeiten und einfache Beweise zu führen. / Students are able to determine appropriate encoding methods and examine their correctness for practical applications. You can implement different encoding methods on a computer and analyze their efficiency. You are able to edit basic computation tasks independently and perform simple proofs.</p> <p>Kompetenzen / Competencies:</p>

	<p>Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen der modernen Datentechnik, der theoretischen Informatik und der algorithmischen Mathematik. / The students acquire evaluative skills in relation to linking the theoretical contents of their studies with practical problems, organizational skills in relation to their time and work management, and self-reflective skills in relation to interdisciplinary connections between the modern information technology, theoretical Computer Science and computational mathematics.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Basierend auf der Einführung des grundlegenden Modells eines binären symmetrischen Übertragungskanal werden insbesondere Grundbegriffe wie Datenrate, Fehlerkorrektur und -kapazität, Hamming-Abstand und lineare Codes diskutiert. Für letztere werden wichtige Schranken wie die Singleton-Schranke bewiesen und bedeutende Beispielklassen vorgestellt, z.B. Hamming-Codes, zyklische Codes, BCH und Reed-Solomon-Codes. Neben der Diskussion der Eigenschaften und Parameter dieser Codes werden auch Verfahren bereitgestellt wie man weitere, an eine Anwendung angepasste, Codes aus den bekannten erzeugen kann. Die Studenten erhalten auch einen Einblick in moderne geometrische Methoden der Codierungstheorie, z.B. Reed-Muller Codes und Goppa-Codes. Ferner werden die Codes in den Übungen in einem Computeralgebrasystem (z.B. CoCoA) konkret implementiert und an praxisnahen Beispielen getestet.</p> <p>- - -</p> <p>Based on the introduction of the basic model of a binary symmetric transmission channel, in particular basic concepts such as data rate, error correction, and - capacity, Hamming distance and linear codes are discussed. For the latter, important barriers are shown as the Singleton bound and presented significant sample classes, e.g. Hamming codes, cyclic codes, Reed-Solomon and BCH codes. Besides the discussion of the properties and parameters of these codes also methods are provided on how to generate more codes adapted to an application from the known. The students also get an insight into modern geometrical methods of coding theory, e.g. Reed-Muller codes and Goppa codes. Furthermore, the codes are actually implemented in the tutorials in a computer algebra system (e.g. CoCoA) and tested on practical examples.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90minütige Abschlussklausur / 90-minute written final examination
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation / Blackboard, projector-presentation
Literatur / Literature/reading list:	J.H. van Lint, Introduction to Coding Theory, Springer, New York 1982

Modulbezeichnung / Module title:	5791 Funktionale Programmierung (PN 405053) Functional Programming
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Griehl, Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Griehl, Fraser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hours 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:	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden sind mit dem Paradigma der funktionalen Programmierung vertraut und können es anwenden und anderen Programmierparadigmen, insbesondere dem der imperativen Programmierung, gegenüberstellen. The students will be familiar with the paradigm of functional programming and can apply it for other programming paradigms, particularly the imperative programming face. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden sind in der Lage, funktionale Programme zu schreiben und die Theorie der funktionalen Programmierung zur Optimierung von Programmen zu nutzen. Insbesondere haben sie detaillierte Kenntnis der Programmiersprache Haskell. Students will be able to write functional programs and to use the theory of functional programming for optimization of programs. In particular, they will have detailed knowledge of the programming language Haskell.

	<p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Mit der funktionalen Programmierung erschließt sich den Studierenden ein wichtiges, weiteres Programmierparadigma (neben der imperativen und objektorientierten Programmierung). Die Studierenden sind in der Lage, dieses artgerecht einzusetzen und somit ihren Software-Entwurfsaufgaben effizienter und verlässlicher gerecht zu werden.</p> <p>Functional programming opens up an important additional programming paradigm (next to the imperative and object-oriented programming) to students. They will be able to meet their software design tasks more efficiently and reliably.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Grundkonzepte der Programmiersprache; theoretische Grundlagen des Lambda-Kalküls (des funktionalen Programmiermodells); Programmierung mit Kombinatoren (Operatoren, mit denen Programme kombiniert werden können); Programmbeweise und -herleitungen; Transformationsgesetze (zur Optimierung von Programmen); Monaden (zur quasi-imperativen Programmierung in Haskell)</p> <p>Basic concepts of programming, theoretical foundations of the lambda calculus (the functional programming model); programming with combinators (operators with which programs can be combined); program proofs and derivations; transformation laws (for the optimization of programs); monads (for quasi-imperative programming in Haskell)</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min. Klausur</p> <p>90-minute written examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Tafel, Overheadprojektor</p> <p>Blackboard, Projector presentation, overhead projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Folien / Lecture slides</p> <p>Simon Thompson: Haskell: The Craft of Functional Programming, Addison-Wesley</p> <p>Diverse andere Quellen / diverse other sources</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5804 Scientific Methods and Technical Writing (PN 479810)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Englisch/ English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „KCLT“ / Focus area “KCLT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz Vorlesung, 30 Std. Präsenz Übung, 75 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vor- und Nachbearbeitung, Gesamt: 150 Std./ 45+30 contact hours, 75 hrs exercises/presentation, independent study and exam preparations (total: 150 hrs)
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse: Die Studierenden kennen die grundlegenden Bestandteile wissenschaftlicher Arbeiten. Die Studierenden kennen Werkzeuge für die wissenschaftliche Recherche, Quellenarbeit und Datenanalyse. / The participants are familiar with basic parts of scientific work. They know tools for scientific research, working with sources and data analysis.</p> <p>Fertigkeiten: Die Studierenden können Publikationsmetriken interpretieren. Die Studierenden können wiederkehrende Typen von Daten geeignet mittels statistischer Verfahren und Tests auswerten und aufbereiten. / The students are able to interpret publication metrics. They are able to process and analyse recurring types of data with suitable statistical methods and tests.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage selbstständig unter Einsatz gängiger Suchmaschinen und Werkzeuge wissenschaftliche Arbeiten zu recherchieren und miteinander in Bezug zu setzen. Die Studierenden können technische Berichte von begrenztem Umfang nach wissenschaftlichen Kriterien schreiben. / The</p>

	<p>students are able to research the relevant literature using common search engines and tools and to establish and assess the relationship of the sources. They are able to write technical reports of limited size on the basis of scientific criteria.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Methodik: Qualitative Methoden, Quantitative Methoden, Messtheorie, Statistische Verfahren</p> <p>Technisches Schreiben und wissenschaftliche Berichte: Recherche nach wissenschaftlichen Beiträgen, Vorwärts- und Rückwärtssuche, Datenbanken, Zitierrichtlinien und -stile, Struktur und Aufbau wissenschaftlicher Arbeiten in der Informatik, Publikationsprozesse, Veröffentlichungsmöglichkeiten, Pre-Print Archive, Open Access, Impact Factors, Publikationskulturen</p> <p>Begutachtungsverfahren: Peer-Review System, Open Reviews, Review Policies (open, blind, double-blind), technische Lösungen, Ethische Aspekte</p> <p>Werkzeuge für wissenschaftliches Arbeiten und Schreiben, Software, Tools, Ressourcen, Werkzeuge für die Datenauswertung, -analyse und -visualisierung.</p> <p>Informationsvisualisierung und Visual Communication</p> <p>Praktische Hilfestellungen für das Erstellen englischer Berichte</p> <p>Vortragstechniken, Präsentationstechniken</p> <p>- - -</p> <p>Methodology: Qualitative methods, quantitative methods, foundations of measurement, statistical methods</p> <p>Technical writing and scientific reports</p> <p>Review procedure</p> <p>Tools for research and scientific writing</p> <p>Information visualization and visual communication</p> <p>Practical assistance for compilation of reports in English</p> <p>Communication and presentation techniques</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur od. mündl. Prüfung od. Portfolio (techn. Bericht, Präsentation)</p> <p>Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <p>Mögliche Portfoliobestandteile sind</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenständige Zusammenfassung von relevanten wissenschaftlichen Arbeiten zu den Themen der Lehrveranstaltung • Präsentationen • Datensätze und deren Auswertung • Präsentation der erstellten Materialien unter Einsatz geeigneter Präsentationstechniken, z.B. PowerPoint, Desktopreviews, Postern, Flipchart, Whiteboard, Tafel <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>---</p> <p>written examination or oral examination or portfolio 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>Präsentation mit Projektor, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit / projector presentation, blackboard, group work</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekanntgegeben / Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5815 Computational Stochastic Processes (PN 451402)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 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:	Analysis I,II Lineare Algebra I,II Programmierung I, Einführung in die Stochastik, Stochastische Prozesse, Stochastische Simulation / Analysis I,II Linear Algebra I,II Programming I, Introduction to Stochastics, Stochastic processes, Stochastic Simulation
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse grundlegender Algorithmen zur zeitdiskreten und zeitkontinuierlichen Simulation von Gauss-Prozessen und stochastischen Differentialgleichungen, ihre theoretischen Eigenschaften und typische Anwendungen. / Knowledge of basic algorithms for discrete-time and continuous-time simulation of Gaussian processes and stochastic differential equations, their theoretical properties and typical applications</p> <p>Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Simulationsalgorithmen für konkrete Fragestellungen, zu ihrer effizienten Implementierung, zur praktischen Durchführung von entsprechenden Simulationsexperimenten und zur Darstellung und Bewertung der Ergebnisse. / Ability to select appropriate simulation algorithms for specific questions to their efficient implementation, the practical implementation of relevant simulation experiments,</p>

	and for the presentation and evaluation of results.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Simulation stochastischer Prozesse: Fehlerkriterien, Kostenmaße, minimale Fehler und Komplexität, Optimalität und asymptotische Optimalität. • Pfadweise Simulation von Gauss-Prozessen: Simulation multivariater Normalverteilungen, zeitkontinuierliche Verfahren, optimale L^2-Rekonstruktion, insbesondere Simulation von Brownscher Bewegung und fraktioneller Brownscher Bewegung. • Pfadweise Simulation stochastischer Differentialgleichungen: zeitdiskrete Ito-Taylor Schemata, zeitkontinuierliche Verfahren, Schrittweitensteuerung. • Schwache Approximation stochastischer Differentialgleichungen: Standard Monte-Carlo Verfahren, Multilevel-Verfahren, Anwendungen in der Finanzmathematik. <p style="text-align: center;">- - -</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic concepts of simulation of stochastic processes: Failure criteria, cost measures, and minimum error Complexity, optimality and asymptotic optimality. • Path way simulation of Gaussian processes: simulation of multivariate normal distributions, continuous-time process, optimal L_2 Reconstruction, particularly the simulation of Brownian motion and fractional Brownian motion. • Path way simulation of stochastic differential equations: discrete-time Ito-Taylor schemes, continuous-time method, time step control. • Weak approximation of stochastic differential equations: Standard Monte Carlo methods, multilevel methods, applications in financial mathematics.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 minütige Abschlussklausur 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 style="text-align: center;">- - -</p> <p>90 minute written 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:	Präsentation und Beamer, Tafel / Presentation and projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Nach Empfehlung des Dozenten / announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	5818 Stochastische Analysis (PN 405214) Stochastic Analysis
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach, Yaroslavtseva
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90+90 Std. Übungsaufgaben und Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 90 contact hours + 90+90 hours exercises, 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:	Lineare Algebra I,II, Analysis I,II, Einführung in die Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie / Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Introduction to stochastics, probability theory Hilfreich sind ferner Basiskenntnisse aus der Funktionentheorie und der Funktionalanalysis / Furthermore: Knowledge regarding basics in complex analysis and functional analysis is helpful
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnisse: Verständnis der Grundkonzepte und -techniken sowie der zentralen Ergebnisse der Stochastischen Analysis / Understanding of basic concepts, techniques and main results of stochastic analysis Fähigkeit: Modellierung und Analyse zeitabhängiger stochastischer Prozesse, die von einer Brownschen Bewegung getrieben werden. / Modeling and analysis of time-dependent stochastic processes driven by a Brownian motion
Inhalt / Course content:	Grundkonzepte der Stochastischen Analysis, u.a. / Basic concepts of stochastic analysis, inter alia: <ul style="list-style-type: none"> • Zeitstetige Martingale / continuous time martingales • Zeitstetige Markov Prozesse / continuous time Markov processes

	<ul style="list-style-type: none"> • Brownsche Bewegung / Brownian motion • Stochastische Integration / stochastic integration
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>120 minütige Abschlussklausur 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> <p>- - -</p> <p>120 minute written 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</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Folien oder Tafel / Presentation and projector, slides or blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Bekanntgabe durch den Dozenten / Announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	5831 Kryptoanalyse / Cryptanalysis (PN 482102)
Häufigkeit des Modulangebotes	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Zumbrägel
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area “AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbereitung der Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 90 contact hours, exercises 90 hours, independent study and exam preparation 90 hours
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	keine / none
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algebra und Zahlentheorie I, Kryptographie / Algebra and Number Theory I, Cryptography
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills+Knowledge: Die Studierenden kennen Methoden aus der algorithmischen Algebra und der Kryptologie. / The students know methods from algorithmic algebra and cryptology.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden besitzen Fähigkeiten zur algebraischen Modellierung und können grundlegende kryptologische Algorithmen analysieren und implementieren. / The students possess abilities for algebraic modelling and can analyse and implement basic cryptologic algorithms.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden sind mit der Analyse von Kryptoverfahren vertraut. / The students are familiar with the analysis of cryptographic protocols.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Zahlentheoretische und algebraische Methoden, im Hinblick auf die Analyse kryptographischer Verfahren.</p> <p>Folgende Themen sind geplant: Einführung in die algorithmische Zahlentheorie und die Computeralgebra. Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie und der Theorie endlicher Körper. Kryptologie, Gitterreduktion, Faktorisierungsproblem, diskretes</p>

	<p>Logarithmusproblem. Theorie und Praxis von Rekordberechnungen für diskrete Logarithmen.</p> <p>- - -</p> <p>This course deals with number-theoretic and algebraic methods with a view towards analysing cryptographic protocols.</p> <p>The following topics are planned: Introduction to algorithmic number theory and computer algebra. Fundamentals of algebraic number theory and finite fields. Cryptology, lattice reduction, factorisation problem, discrete logarithm problem. Theory and practice of record computations for discrete logarithms.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.); die Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>- - -</p> <p>Written (120 min.) or oral examination (about 30 min.); the mode of assessment will be announced at the start of the semester on the noticeboard and on the faculty website.</p>
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation / blackboard, projector
Literatur / Literature/reading list:	<p>N. Koblitz: Algebraic aspects of cryptography. Springer 1998.</p> <p>A. J. Menezes, P. C. v. Oorshot, S. A. Vanstone: Handbook of Applied Cryptography. CRC Press 1996.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5835 Ringe und Module Rings and Modules (PN 455364)
Häufigkeit des Modulangebotes	unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Zumbrägel
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area “AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 90 Stunden, Übungsaufgaben 90 Stunden, Nachbereitung der Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung 90 Stunden / 90 contact hours, exercises 90 hours, independent study and exam preparation 90 hours
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	keine / none
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algebra und Zahlentheorie I/II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills+Knowledge: Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe aus der Theorie der Ringe und Moduln. / The students know fundamental notions from the theory of rings and modules.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Konzepte der Modultheorie können eingesetzt werden, um die Struktur von Ringen zu untersuchen. / Concepts from module theory can be utilised for investigating the structure of rings.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden sind mit Methoden und Anwendungen der Modultheorie vertraut. / The students are familiar with notions and applications of module theory.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Die Vorlesung behandelt Grundlagen der Theorie der (nichtkommutativen) Ringe und ihrer Moduln, sowie einige Anwendungen.</p> <p>Folgende Themen sind geplant: Ringe, Moduln und Homomorphismen. Direkte Summen und Produkte. Halbeinfache Moduln. Endlichkeitsbedingungen für Moduln. Klassische Resultate über die Ringstruktur. Projektive und injektive Moduln. Aspekte der ringlinearen Codierungstheorie.</p>

	<p>--- The course deals with foundations of the theory of (noncommutative) rings and their modules, as well as some applications.</p> <p>The following topics are planned: Rings, modules and homomorphisms. Direct sums and products. Semisimple modules. Finiteness conditions for modules. Classical ring-structure theorems. Projective and injective modules. Aspects of ring-linear coding theory.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.); die Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>--- Written (120 min.) or oral examination (about 30 min.); the mode of assessment will be announced at the start of the semester on the noticeboard and on the faculty website.</p>
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation / blackboard, projector
Literatur / Literature/reading list:	<p>Frank W. Anderson, Kent R. Fuller, Rings and Categories of Modules, Springer (1992)</p> <p>Tsit-Yuen Lam, Lectures on Modules and Rings, Springer (1999)</p> <p>Friedrich Kasch, Moduln und Ringe, Teubner (1977)</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5871 Commutative Algebra (PN 455387)
Häufigkeit des Modulangebots:	Unregelmäßig Irregular
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area „AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
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:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algebra und Zahlentheorie I
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills</u></p> <p>Die Studierenden lernen grundlegende Klassen kommutativer Ringe und ihre Eigenschaften kennen. Sie sind mit den Beziehungen diverser ringtheoretischer Eigenschaften untereinander sowie mit zentralen Struktursätzen der kommutativen Algebra vertraut.</p> <p>Students get to know basic classes of commutative rings and their properties. They are familiar with the relations of various ring theoretic properties to each other and with central structure theorems in Commutative Algebra.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden üben wichtige Beweistechniken aus der kommutativen Algebra und sind in der Lage, diese zielsicher und korrekt einzusetzen. Sie sind fähig, kommutative Ringe gemäß ihren Eigenschaften zu analysieren und zu klassifizieren.</p> <p>Students practice important proof techniques in Commutative Algebra and are able to apply them in a purposeful and correct manner. They succeed in analysing and classifying commutative rings according to their structural properties.</p>

	<p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden lernen sich in komplexen abstrakten Problemsituationen zurecht zu finden. Sie finden Lösungswege und können ihre Erkenntnisse mit exakten Beweisen untermauern.</p> <p>The students learn to manage complex abstract problem settings. They find solutions and are capable of substantiating their insights with exact proofs.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul führt in wichtige Teile der Theorie der kommutativen Ringe ein. Nach dem ersten Studium grundlegender Typen solcher Ringe werden das Primspektrum, die Zariski-Topologie, die Primärzerlegung und die klassische Dimensionstheorie betrachtet. Ferner werden die Technik der Lokalisierung und wichtige Klassen lokaler Ringe (wie reguläre lokale Ringe, lokale vollständige Durchschnitte und Cohen-Macaulay Ringe) untersucht.</p> <p>The module introduces important parts of the theory of commutative rings. After an initial study of basic types of such rings, the prime spectrum, the Zariski topology, primary decomposition and classical dimension theory become the focus of attention. Furthermore, the technique of localisation and important classes of local rings (such as regular local rings, local complete intersections, and Cohen-Macaulay rings) are examined.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<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 (about 20 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Nach Ansage in der Vorlesung</p> <p>Announced in the lecture course</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5873 Operatortheorie / Operator Theory (PN 401403)
Häufigkeit des Modulangebotes:	Alle vier Semester / every four semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz, 90+90 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science, Lehramt Mathematik Gymnasium / Teacher training programme for secondary education in Mathematics (Gymnasium)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse: Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Techniken, um Operatoren in Banach- und Hilbert-Räumen, zu analysieren</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden der Operatortheorie bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Inhalt in Stichpunkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Banach- und Hilbert-Räume, Dualität - Basen in Banach und Hilbert-Räumen - Hauptsätze für Operatoren auf Banach-Räumen: Sätze von Hahn-Banach, Satz über die offene Abbildung, Satz von abgeschlossenen Graphen - Spektraltheorie kompakter Operatoren - Spektraltheorie selbstadjungierter Operatoren
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer, Übungsblätter
Literatur / Literature/reading list:	W. Rudin, Functional Analysis, McGraw Hill, 1991.

	<p>M. Reed/B. Simon, Functional Analysis, Academic Press, 1972.</p> <p>D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, 2007.</p> <p>F. Hirzebruch, W. Scharlau: Einführung in die Funktionalanalysis, BI-Hochschulbücher, 1991</p>
--	---

Modulbezeichnung / Module title	5942 Network Science (PN 482601)
Alte Bezeichnung:	Soziale und benutzerzentrierte Aspekte web-basierter Informationssysteme / Social and User Centered Aspects of Web-based Information Systems
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	In der Regel jedes 2. Semester / usually every second semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Data Science
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse:</p> <p>The students gain insights into modelling 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 Networks) • Network Dynamics and Evolution <p>Fähigkeiten / Abilities:</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 dynamic. They will know be able to develop and apply about different algorithms for analysing networks, like for example</p>

	<p>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>Competencies: Students acquire the competencies to analyse network data especially in web-based information systems and to use this analysis to understand and refine those information systems.</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) • Social Networks (Small World Phenomen, 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 Behaviour 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>- - -</p> <p>90-minute examination or 20-minute oral examination.</p> <p>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:	Beamer, Tafel / Blackboard, projector
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:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform	4 Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Visual Analytics or Network Science or Advanced Topics in Data Science Python Programming Language
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
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</p>

	<p>responsibility. The following phases are foreseen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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 analysis methods, data preprocessing and evaluation approach. The experimental design will be reported in the form of a presentation. 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:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform	4Ü
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:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced Topics in Data Science or Visual Analytics, Python Programming Language
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Artificial Intelligence Engineering, Master Informatik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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> 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> 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:	<p>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, 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:	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)
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	5945 Advanced Topics in Data Science (PN 482603)
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:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform	2V+1Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Data Science
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: 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>Fähigkeiten / Abilities: 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>Kompetenzen / Competencies: 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

	<ul style="list-style-type: none"> • Deep Neural Networks • 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:	<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>- - -</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>
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer / Blackboard, projector
Literatur / Literature/reading list:	<p>Own Lecture Notes and selected publications.</p> <p>Literature will be announced depending on the concrete topics.</p>

Modulbezeichnung / Module title	5946 Visual Analytics (PN 452003)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	In der Regel jedes Sommersemester / usually every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform	2V+1Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Data Science
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die Grundbegriffe von Visual Analytics, und wissen, wann welche Techniken eingesetzt werden können. Außerdem besitzen sie Kenntnisse über die menschliche Wahrnehmung und Verarbeitung von visuellvisuelle Kodierung von Daten, sowie der Repräsentationen von Daten. Sie besitzen einen Überblick über Visualisierungen und über Data Mining Algorithmen und kennen ausgewählte Anwendungen. Sie wissen außerdem, wie man Visual Analytics Anwendungen evaluiert. / The students know the basic concepts of Visual Analytics, and know when to use which techniques. They also have an understanding of human perception and processing ofof visual informationdata encoding, as well as the representations of data. They have an overview of visualizations and data mining algorithms and know selected applications. They also know how to evaluate visual analytics applications.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, Visual Analytics Anwendungen zu erstellen und zu bewerten. Außerdem können sie einschätzen, welche Probleme und Herausforderungen in einem für sie neuen Visual Analytics Szenario auftreten können. / The students have the ability to create visual analytics</p>

	<p>applications and evaluate them. They can also assess the problems and challenges that can occur in a visual analytics scenario unknown.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden erwerben die Kompetenzen für gegebene Daten und Aufgabenstellung selbstständig Visual Analytics Anwendungen zu entwickeln. / Students acquire the skills to develop visual analytics applications for given data and tasks independently.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Visual Analytics untersucht die Möglichkeiten der Wissenerschließung mit Hilfe interaktiver Visualisierungen. Der Visual Analytics Prozess stützt sich dabei auf eine Kombination von automatischen Prozessen (Data Mining) und interaktiven Visualisierung. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Endnutzer der Applikation, der durch die interaktiven Visualisierungen in den Wissenerschließungsprozess eingebunden ist.</p> <p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Kodierung von Daten • Datenrepräsentations- und -transformation • Informationsvisualisierung • Data Mining Algorithmen für visuelle Analysen • Ausgewählte Anwendungen • Evaluierung von Visual Analytics Anwendungen <p>---</p> <p>Visual Analytics examines the possibilities of knowledge discovery through interactive visualizations. The visual analytics process relies on a combination of automatic processes (data mining) and interactive visualization. An important role is played by the end user of the application, which is integrated with interactive visualization in the knowledge discovery process.</p> <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visual Data Encoding • Data representation and transformation • Information Visualization • Data mining algorithms for visual analysis • Selected Applications • Evaluation of visual analytics applications
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<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>---</p> <p>90-minute examination or 15-minute oral examination.</p> <p>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:	Tafel, Beamer / Blackboard, projector

Literatur / Literature/reading list:

- Tamara Munzner. Visualization Analysis and Design. A K Peters Visualization Series, CRC Press, 2014.
- Tan, Pang-Ning. Introduction to data mining, 2nd Edition. Pearson Education India, 2018.
- Visual Analytics Digital Library, <http://vadl.cc.gatech.edu/> (online)

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	Modulgruppe „MLDM“ und „DADMP“ / Focus area „MLDM“ and “DADMP“
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 Artificial Intelligence Engineering
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>/</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 <p>Black-box complexity</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>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.</p> <p>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.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer</p> <p>Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Lectures will be based on books, research papers, surveys and tutorials. Related books include:</p> <p>Frank Neumann, Carsten Witt (2010): Bioinspired Computation in Combinatorial Optimization -- Algorithms and Their Computational Complexity. Natural Computing</p>

	<p>Series, Springer, ISBN 978-3-642-16543-6.</p> <p>Thomas Jansen (2013): Analyzing Evolutionary Algorithms - The Computer Science Perspective, Natural Computing Series, Springer, ISBN 978-3-642-17339-4.</p> <p>Benjamin Doerr and Frank Neumann (Eds.): Theory of Evolutionary Computation - Recent Developments in Discrete 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:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ und „DADMP“ / Focus area “MLDM” and „DADMP“
Lehrform / SWS:	3V + 2Ü
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:	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 Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Am Ende der Lehrveranstaltung werden Studierende in der Lage sein, <ol style="list-style-type: none"> 1. die Effizienz randomisierter Algorithmen zu analysieren, 2. Randomisierung als Werkzeug beim Design effizienter Algorithmen einzusetzen, 3. die Vor- und Nachteile von Randomisierung zu beschreiben, 4. grundlegende randomisierte Algorithmen für wichtige Probleme zu beschreiben, und 5. ein Thema im Bereich randomisierte Algorithmen eigenständig darzustellen. <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 algorithms, 2. use randomness as a tool in the design of efficient algorithms, 3. describe the pros and cons of randomised algorithms, 4. describe fundamental randomised algorithms for important problems, and 5. 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 • 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)
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<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.</p> <p>Teilleistung 2 (20%): Schriftliche Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein zusätzliches Thema aus dem Gebiet randomisierte Algorithmen.</p> <p>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.</p> <p>Assessment component 2 (20%): Written work (up to 10 pages) on a subject from randomised algorithms.</p> <p>To pass the examination, both assessment components have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Juraj Hromkovič, Randomisierte Algorithmen. Teubner, 2004</p> <p>Rajeev Motwani, Prabhakar Raghavan, Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995.</p> <p>Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, Probability and Computing, 2nd edition, Cambridge University Press, 2017</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5954 Entwurf und Implementierung von Suchmaschinen / Design and Implementation of Search Engines (PN 455370)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Krestel
Dozent(in) / Lecturer:	Krestel
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenzzeit + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Versuche / 60 contact hours + 120 hrs laboratory preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	<ul style="list-style-type: none"> • Information Retrieval und Natural Language Processing • Programmierung in Java
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u></p> <p>Die Studierenden lernen die unterschiedlichen Module einer modernen Volltextsuchmaschine kennen. Sie lernen große Datenmengen zu verarbeiten und mit diesen Daten effizient umzugehen.</p> <p>/</p> <p>Students get to know the various modules that constitute a modern full text search engine. They learn to process large datasets and handle them efficiently.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u></p> <p>Die Studierenden üben den Entwurf, die Implementierung und die Evaluierung eines komplexen Softwaresystems. Sie lernen in kleinen Teams ein System zu entwickeln.</p> <p>/</p> <p>Students practice the design, implementation, and evaluation of a complex software system. They learn in small teams to develop a system.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></p> <p>Die Studierenden lernen Designentscheidungen abzuwägen und eigenständig zu treffen. Sie begleiten den kompletten Softwareentwicklungsprozess anhand einer selbstentwickelten</p>

	Suchmaschine und lernen Forschungsergebnisse kritisch zu bewerten und praktisch umzusetzen. / The students learn to evaluate design decisions. They pass through the complete software development cycle by implementing their own search engine. They learn to evaluate research papers and to include research results in their systems.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Suchmaschinen Grundlagen / Search Engine Basics • Datengewinnung / Data acquisition • Texttransformierung / Text transformation • Informationsextraktion / Information extraction • Indexgenerierung / Index generation • Retrieval-Modelle /retrieval models • Benutzeroberfläche / user interfaces • Evaluierung /evaluation • Dokumentenrepräsentation / document representation • Machinelles Lernen für IR / machine learning for IR • Web Skalierung / Web scale • Performanz / performance • Linkanalyse / link analysis
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Vorführung der Versuche / Practical coursework in the independent development and demonstration of the experiments.
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Beamer / Presentation with a projector
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • Büttcher, Clarke, Cormack: Information Retrieval – Implementing and Evaluating Search Engines • Croft, Metzler, Strohman: Search Engines – Information Retrieval in Practice

Modulbezeichnung / Module title	5956 Autonomous Learning (PN 455353)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Tomforde
Dozent(in) / Lecturer:	Tomforde
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std Präsenz und 120 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vor- und Nachbereitung / 60 contact hours and 120 hrs exercises, preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	<ul style="list-style-type: none"> • Complex Systems Engineering (Bachelor) • Organic Computing (Master)
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Verständnis von Verfahren zur Erreichung von „Intelligenz“ in technischen Systemen, Steuerung des Lernverhaltens mit minimaler Nutzerinteraktion, kontinuierlicher Selbstverbesserung des Systemverhaltens, Kooperation beim Lernen zwischen verteilten technischen Systemen / Understanding of procedures for achieving „intelligence“ in technical systems, controlling learning behaviour with minimum user interaction, continuous self-improvement of system behaviour, cooperating during the learning process of distributed technical systems</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Auswahl und Anwendung von Techniken des maschinellen Lernens in technischen Systemen unter Echtweltbedingungen zur Steuerung von autonomem Systemverhalten / Selecting and applying machine learning techniques in technical systems under real world circumstances to control autonomous system behaviour</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Fähigkeit, autonome Lernverfahren und deren Verhalten analysieren zu können, relevante Bewertungsgrößen bestimmen</p>

	und interpretieren können / Kompetenz, intelligente technische Systeme mit der Fähigkeit zum autonomen Lernen planen, entwerfen und entwickeln zu können / Ability to analyze autonomous learning procedures and their behaviours, to define and interpret relevant assessment parameters / Capacity of planning, designing and developing intelligent technical systems that are able to learn autonomously
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Verfahren zur autonomen Optimierung von Hyperparametern / Procedures to autonomously optimize hyper parameters • Verfahren des aktiven Lernens / Active learning procedures • Verfahren des kollaborativen Lernens / Collaborative learning procedures • Transfer Learning • Reinforcement Learning • Self-Awareness and self-reflection in technischen Systemen • Meta-Learning • Anwendungsbeispiele / Application examples
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min Klausur oder ca. 25 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>- - -</p> <p>90-minute examination or approx.. 25-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:	Präsentation und Beamer (Folien), Tafel (oder Labor/Rechner/...), Übungsblätter, wissenschaftliche Veröffentlichungen / presentation, projector (slides), blackboard (or lab, computer,...), exercise sheets, scientific publications
Literatur / Literature/reading list:	<p>Die grundlegende Vorlesung basiert auf den folgenden Büchern, weiterführende Literatur wird im Rahmen der einzelnen Themen benannt:</p> <p>Lectures are basically based on the following books, information on additional literature will be given when individual topics are discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T. Mitchell: Machine Learning - E. Alpaydim: Introduction to Machine Learning (Adaptive Communication and Machine Learning) - C. Müller-Schloer, S. Tomforde: Organic Computing – Technical Systems for Survival in the real World - B. Settles: Active Learning - M. Yamada, Jianhui Chen, Yi Chang: Transfer Learning: Algorithms and Applications - C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)

Modulbezeichnung / Module title	5960 Partielle Differentialgleichungen (PN 405167) Partial Differential Equations
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Mironchenko, Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
Lehrform	2V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Gewöhnliche Differentialgleichungen / Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Ordinary Differential Equations
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence 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 nachzuweisen. das asymptotische Verhalten der Lösungen von PDGI zu analysieren.
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung durch partielle Differentialgleichungen • Partielle Differentialgleichungen erster Ordnung. • Anfangsrandwertaufgaben für parabolische, elliptische und hyperbolische Gleichungen. • Lösungsdarstellung für Evolutionsgleichungen. • Asymptotik partieller Differentialgleichungen

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min Klausur oder ca. 20 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. - - - 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:	Tafelanschrieb / Blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none">• L. Evans. Partial Differential Equations, AMS, 2010.• W.A. Strauss. Partielle Differentialgleichungen, Vieweg, 1995.• C. Cryer. Numerik Partieller Differentialgleichungen (Vorlesungsskript)

Modulbezeichnung / Module title	5961 Halbgruppentheorie / Semigroup Theory (PN 405213)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / all four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Mironchenko; Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
Lehrform	3V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Funktionalanalysis / Analysis I+II, Linear Algebra I+II, functional analysis
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die Theorie der stark stetigen Halbgruppen, insbesondere die Eigenschaften der Generatoren von Halbgruppen und die Theorie der Evolutionsgleichungen in Banachräumen.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Die Studierenden sind in der Lage, die Fragen der Naturwissenschaften als Differentialgleichungen in Banachräumen zu formulieren und diese Gleichungen mit Hilfe der Halbgruppentheorie zu lösen und zu analysieren.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stark stetige Halbgruppen. Generationssätze von Hille-Yoshida und Lumer-Phillips. • Spektraltheorie für Halbgruppen und deren Generatoren. • Stabilität der stark stetigen Halbgruppen. <p>Anwendungen an die Analysis von Evolutionsgleichungen.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	ca. 20 min mündliche Prüfung. / 20-minute oral examination
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Übungsblätter / Blackboard, Exercises

Literatur / Literature/reading list:	<p>(Alphabetisch / in alphabetic order)</p> <ul style="list-style-type: none">• Thierry Cazenave, Alain Haraux. An Introduction to Semilinear Evolution Equations, 1998.• Klaus-Jochen Engel, Rainer Nagel. One-parameter semigroups for linear evolution equations, 2000.• Tosio Kato. Perturbation Theory for Linear Operators, 1995.• Amnon Pazy. Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations, 1983.
--------------------------------------	--

Modulbezeichnung / Module title:	5963 Numerik von Differentialgleichungen (PN 451012) Numerics of Differential Equations
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform / SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 + 30 Std. Präsenz + 90 + 90 Std. Eigenarbeitszeit 60 + 30 contact hours + 90 + 90 hours independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II, Gewöhnliche Differentialgleichungen Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Ordinary Differential Equations
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über Methoden zur Schätzung, Bewertung und Steuerung von Approximationsfehlern • Klassifikation von Problemen bei Differentialgleichungen • Überblick über verschiedene Verfahren zur numerischen Lösung. <p>---</p> <ul style="list-style-type: none"> • An overview over methods for the estimation, evaluation and control of approximation errors • Classification of problems of differential equations • Knowledge of various methods for the numerical solution <p><u>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies</u></p> <p>Die Studierenden können Problemstellungen theoretisch analysieren und geeignete Rahmenbedingungen für numerische Verfahren auswählen. Sie können numerische Verfahren in Bezug auf Anwendbarkeit und Zweckmäßigkeit beurteilen.</p> <p>The participants can analyze problems from a theoretical perspective and are able to choose appropriate parameters for</p>

	numerical methods. They can evaluate numerical methods in terms of applicability and practicability.
Inhalt / Course content:	<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren für gewöhnliche Anfangs- und Randwertprobleme, • steife Differentialgleichungen, • Standardverfahren für partielle Differentialgleichungen. <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methods for initial value and boundary value problems of ordinary differential equations, • stiff problems, • standard methods for partial differential equations.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Teilleistung 1 (80%): 120 min Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 min); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>Teilleistung 2 (20%): Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein zusätzliches Thema zur Numerik von Differentialgleichungen</p> <p>Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>- - -</p> <p>Part 1 (80%): 120 min written exam or oral exam of about 30 min. 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 on the numerical solution of differential equations.</p> <p>To pass the examination both parts have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer, Overhead Blackboard, projector, slides
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • P. Deuffhard, F. Bornemann Numerische Mathematik II, De Gruyter 2002, Signatur: 80/SK 900 D485-2(4) Scientific computing with ordinary differential equations, Springer 2002 Number 80/SK 520 D485 • K. Strehmel, R. Weiner Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Springer Spektrum 2012 Signatur: 80/SK 920 S915 N9(2) • M. Hanke-Bourgeois Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens, Teubner 2002

Modulbezeichnung / Module title	5963 Mathematische Systemtheorie (PN 482401) Mathematical Systems Theory
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Wirth
Dozent(in):	Wirth
Sprache:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
Lehrform/SWS:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand:	60+30 Std. Präsenz + 90+90 Std. Eigenarbeitszeit / 60 contact hours + 90+90 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation
Kreditpunkte:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik/ Master Computer Science
Empfohlene Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II, Gewöhnliche Differentialgleichungen <i>oder</i> Mathematik in Technischen Systemen I – III sowie Grundlagen Dynamischer Systeme --- Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Ordinary Differential Equations <i>or</i> Mathematics in Technical Systems I-III and Fundamentals of Dynamical Systems
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse:	Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der linearen Systemtheorie, wie Kontrollierbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilisierbarkeit. Sie kennen Methoden der Stabilisierung und des Beobachterentwurfs. Ferner kennen Sie den Zusammenhang zwischen Modellen in Zustandsraumbeschreibung und Frequenzbereichsdarstellungen, Elemente der Realisierungstheorie und der Modellreduktion. / The participants are familiar with the fundamental concepts of linear systems theory, such as controllability, stabilizability, observability and they command methods for designing stabilizing feedbacks and observers. They are aware of the relations between state space models and models in the frequency domain. They know elements of realization theory and model reduction. Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies:

	<p>Die Studierenden sind in der Lage, Regelungssysteme auf Stabilisierbarkeit und Beobachtbarkeit hin zu prüfen und sie können gegebenenfalls Regler und Beobachter entwerfen. Sie beherrschen die Grundlagen der Modellreduktion. Die Studierenden können unterschiedliche Regelungsaufgabe als linear-quadratisches Problem der optimalen Steuerung formulieren. Sie beherrschen die wesentlichen Lösungsansätze aus der Theorie der Riccatigleichungen. / The participants can analyze control systems and check for stabilizability and observability. If possible, they can design stabilizing feedbacks and observers. They can apply the fundamental techniques of realization theory. They are capable of formulating various control tasks as linear quadratic optimal control problems and they can apply techniques from the theory of Riccati equations to solve these.</p>
Inhalt:	<p>Zustandsraumsysteme, Stabilität und Lyapunovfunktionen, Stabilisierung durch Rückkopplung, Polverschiebungssatz, Beobachterentwurf und dynamische Rückkopplung, Eingangs-Ausgangssysteme, Transferfunktionen, Realisierungstheorie, Modellreduktion, Das linear-quadratische optimale Steuerungsproblem, Riccatigleichungen, Folgeregelung</p> <p>---</p> <p>State space systems, stability and Lyapunov functions, stabilization by feedback, pole placement theorem, observer design and dynamic feedback, input-output systems, transfer functions, realization theory. Model reduction, the linear-quadratic regulator problem, Riccati equations, tracking</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>90 min Klausur oder ca. 20 min mündliche Prüfung.</p> <p>Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>---</p> <p>90-minute written examination or 20-minute oral examination.</p> <p>The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen:	Tafel, Beamer, Vorlesungsskript, Übungsblätter / blackboard, projector presentation, lecture notes, exercise sheets
Literatur:	E.D. Sontag: Mathematical Control Theory, Springer-Verlag, New York 1998

Modulbezeichnung / Module title:	5964 Dynamische Systeme Dynamical Systems (PN 482402)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	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
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I & II, Analysis I & II / Linear Algebra I & II, Analysis I & II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse:</p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich topologischer dynamischer Systeme mit kompakten Zustandsräumen.</p> <p>Fähigkeiten:</p> <p>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mit Hilfe der erlernten Methoden.</p> <hr/> <p>Skills / Knowledge:</p> <p>The participants are familiar with the fundamental notions, concepts and phenomena associated with topological dynamical systems on compact state spaces.</p> <p>Abilities:</p> <p>Competencies in the independent work on mathematical problems, abilities to formulate and solve theoretical problems by using the</p>

	acquired methods.
Inhalt / Course content:	<p>Folgende Themen werden behandelt: Topologische dynamische Systeme, Rekurrenz, symbolische Dynamik, Chaos, topologische Entropie</p> <p>The following topics are covered: Topological dynamical systems, recurrence, symbolic dynamics, chaos, topological entropy</p>
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>Für den Master Computational Mathematics ist zusätzlich eine Hausarbeit im Umfang von etwa 10 Seiten zu einem weiterführenden Thema zu erstellen. Die Note dieser Hausarbeit geht zu 20% in die Gesamtnote ein.</p> <hr/> <p>90-minute written or oral exam of about 20 minutes. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p> <p>For the Master Computational Mathematics an additional paper of about 10 pages on an advanced topic has to be handed in. The final grade is a weighted average of the written/oral exam (80%) and the paper (20%).</p>
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Overhead, Beamer / slides, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Katok, Anatole; Hasselblatt, Boris Titel: Introduction to the modern theory of dynamical systems</p> <p>Robinson, Clark -Titel: Dynamical systems</p> <p>Guckenheimer, John - Titel: Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields</p> <p>Lasota, Andrzej -Titel: Chaos, fractals, and noise: stochastic aspects of dynamics</p> <p>Amann, Herbert - Titel: Gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <p>Wiggins, Stephen - Titel: Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos</p> <p>Arrowsmith, David K. - Titel: Dynamical systems: differential equations, maps and chaotic behaviour</p>

Modulbezeichnung / Module title	5965 Topologie / Topology (PN 485382)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Wirth
Dozent(in):	Glück
Sprache:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand:	30+30 Std. Präsenz, 60+60 Std. Eigenarbeitszeit / 30+30 contact hours,60+60 hours independent study
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	
Empfohlene Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I, Analysis I und II / Linear Algebra I, Analysis I and II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • zentrale Begriffe der Analysis wie Stetigkeit und verschiedene Konvergenzarten in topologischer Terminologie wiedergeben und verwenden, • mehrere Beispiele von topologischen Räumen angeben und verschiedene Eigenschaften topologischer Räume anhand dieser Beispiele unterscheiden • topologische Eigenschaften von Räumen in konkreten Situationen identifizieren, • Definition, Bedeutung und potentielle Anwendungen von zentralen Konzepten wie Kompaktheit und Zusammenhang erläutern, • wichtige Sätze wie den Satz von Tychonoff, den Fortsetzungssatz von Tietze und den Satz von Baire in konkreten Situationen anwenden. <p>/</p> <p>The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • use and explain important analytical notions such as continuity and various modes of convergence in topological terminology,

	<ul style="list-style-type: none"> • name several examples of topological spaces and distinguish various properties of topological spaces by means of these examples, • identify topological properties of spaces in concrete situations, • explain the definition, meaning and potential applications of important concepts such as compactness and connectedness • apply important theorems such as Tychonoff's theorem, Tietze's extension theorem and Baire's category theorem in concrete situations.
Inhalt:	<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe in topologischen Räumen (insbesondere offene und abgeschlossene Mengen, Randpunkte, innere Punkte und Umgebungen) • Konvergenz von Netzen und Filtern • Stetigkeit von Abbildungen • Standardkonstruktionen für topologische Räume (z.B. Produkträume, Spurtopologie, Initialtopologie, Finaltopologie) • Kompaktheit und der Satz von Tychonoff • Trennungssaxiome für topologische Räume und Fortsetzungssätze für stetige Funktionen • Metrische Räume • Der Satz von Baire • Zusammenhängende Mengen <p>/</p> <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic notions in topological spaces (in particular, open and closed sets, boundary points, interior points and neighbourhoods) • Convergence of nets and filters • Continuity of mappings • Standard constructions for topological spaces (e.g. product spaces, subspace topology, initial topology, final topology) • Compactness and Tychonoff's theorem • Separation axioms for topological spaces and extension theorems for continuous functions • Metric spaces • Baire category theorem • Connected sets
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Zwei Teilleistungen:</p> <p>Teilleistung 1 (80%): 120-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> <p>Teilleistung 2 (20%): Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein vertiefendes Thema der Topologie.</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>120 minutes written exam or oral exam of about 30 minutes. The precise mode of assessment will be announced at the beginning of the semester.</p> <p>Part 2 (20%):</p> <p>Written paper (up to 10 pages) on an advanced subject from topology.</p> <p>To pass the examination both parts have to be passed.</p>
Medienformen:	Tafelanschrieb, Übungsblätter / Blackboard, exercise sheets
Literatur:	<p>V. Runde, A taste of topology, Springer, 2005</p> <p>B. v. Querenburg, Mengentheoretische Topologie, Springer, 2001</p> <p>J. R. Munkres, Topology, Prentice Hall, 2000</p> <p>L. A. Steen, J. A. Seebach, Counterexamples in topology, Springer, 1978</p>

Modulbezeichnung / Module title:	5967 Vernetzte Dynamische Systeme (PN 405234) Networked Control Systems
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Wirth
Dozent(in):	Wirth
Sprache:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
Lehrform/SWS:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand:	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
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse:	Mathematische Systemtheorie oder Grundlagen Dynamischer Systeme --- Mathematical Systems Theory or Fundamentals of Dynamical Systems
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik/ Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden verfügen über die graphentheoretischen und systemtheoretischen Kenntnisse zur Modellierung vernetzter Systeme. Sie sind mit Verfahren zur Analyse und zum Entwurf von Regelungs- und Kommunikationsstrukturen in vernetzten Systemen vertraut. / The participants are familiar with the graph theoretic and systems theoretic foundations of the modelling of interconnected and networked control systems. They know the methodology for the analysis and design of control and communication structures in networked control systems.</p> <p>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies: Die Studierenden können ein vernetztes dynamisches System modellieren, die Graphenstruktur analysieren und wichtige systemtheoretische Eigenschaften wie Stabilisierbarkeit und Beobachtbarkeit anhand graphentheoretischer Methoden überprüfen. Sie können die zur Lösung einer Regelaufgabe benötigte Kommunikationskapazität abschätzen und beherrschen Methoden zum Entwurf von Regler und Kommunikationsprotokollen. / The participants are proficient in the modelling of networked control systems, they can analyze</p>

	<p>the underlying graph structure and are able to derive systems theoretic properties such as stabilizability or observability using graph theoretic methods. They can estimate the communication capacity required for the solution of control tasks and can apply techniques for the codesign of communication and control infrastructures.</p>
Inhalt:	<p>Graphentheoretische Grundlagen, Adjazenz- und Inzidenzmatrizen, Graph-Laplacesche und spektrale Graphentheorie. Modellierung vernetzter Systeme, Dynamik und Kommunikationsstruktur, Verteilte Regelung vernetzter Systeme, Kommunikationsprotokolle für Regelungsanwendungen, Diskussion von Anwendungen z.B. in der Regelung von Fahrzeugkolonnen, V2V-Kommunikation und sicherheitsrelevante Regelung</p> <p>---</p> <p>Fundamentals of graph theory, adjacency and incidence matrix, graph Laplacian and spectral graph theory, modelling of networked control systems, dynamics and communication structures, decentralized control of networked control systems, communication protocols for control applications, example applications such as vehicle platoons, V2V communication, and safety critical control.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<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 bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <p>- - -</p> <p>90-minute examination or 20-minute oral examination.</p> <p>The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen:	Tafel, Beamer, Übungsblätter / blackboard, projector presentation, exercise sheets
Literatur:	Mehran Mesbahi, Magnus Egerstedt. Graph Theoretic Methods in Multiagent Networks. Princeton University Press 2010

Modulbezeichnung / Module title	5968 Regelung und Robotik Control and Robotics (PN 405399)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Wirth
Dozent(in):	Schwarz, Wirth
Sprache:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
Lehrform/SWS:	1V+1Ü+2Ü
Arbeitsaufwand:	15+15+30 Std. Präsenz + 90+60 Std. Eigenarbeitszeit / 60 contact hours + 150 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation
Kreditpunkte:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Empfohlene Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II <i>oder</i> Mathematik in Technischen Systemen I – III sowie Grundlagen Dynamischer Systeme --- Linear Algebra I+II, Analysis I+II <i>or</i> Mathematics in Technical Systems I-III and Fundamentals of Dynamical Systems
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen Grundlagen der mathematischen Modellierung autonomer Roboter, sie sind mit wichtigen Regelungsprinzipien vertraut und kennen Methoden zur praktischen Umsetzung, Implementierung und Evaluation. / The participants know the fundamentals of the modelling of autonomous robots. They are aware of basic principles of control and know methods for the design, implementation and evaluation of closed-loop systems.</p> <p>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies: Die Studierenden sind in der Lage einfache Robotermodelle zur Lösung konkreter Aufgaben zu entwickeln. Sie können Regler entwerfen und implementieren. Sie haben Erfahrung in der Evaluierung mittels simulativer Studien und durch praktische Experimente. / The participants can develop dynamical systems models of simple robots aimed at the solution of concrete tasks.</p>

	They can design and implement control algorithms. They have experience in the evaluation of control concepts using simulation studies and through practical experiments.
Inhalt:	<p>Mathematische Modellierung und Fahrzeugdynamik Regelungskonzepte und –algorithmen Simulationsverfahren Konstruktion von Robotermodellen zur Lösung konkreter Aufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Aufgabenstellung; • Ermittlung der notwendigen Sensoren und Aktuatoren; • Bau des Roboters und Implementierung; • Inbetriebnahme und Funktionsnachweis; <p>---</p> <p>Mathematical modelling and vehicle dynamics Control methods and algorithms Simulation tools Construction of robots for the solution of concrete tasks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analysis of the task; • Identification of the required sensor and actuators; • Construction and software implementation; • Operation and demonstration of functionality;
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Vollständige schriftliche Dokumentation und Präsentation mit Diskussion (ca. 30 min) zur gewählten Aufgabenstellung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <p>---</p> <p>Complete written documentation and presentation with discussion (approx. 30 minutes) about the selected task The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen:	Tafel, Beamer, Vorlesungsskript, Übungsblätter / blackboard, projector presentation, lecture notes, exercise sheets
Literatur:	Vorlesungsbegleitendes Skript, Herstellerunterlagen / course-accompanying script, manufacturers' documentations

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:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform	2V + 2Ü
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:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierkenntnisse, Grundlagen Datenbanken- und Informationssysteme (DBIS I + II) Programming skills, fundamentals of databases and information systems (DBIS I + II)
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills / Knowledge</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>Fähigkeiten / Abilities</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>Kompetenzen / Competencies</p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz, eigene Optimierungen für Datenmanagementsysteme zu entwickeln und auch zu implementieren.</p>

	The students have the competence to design their own optimizations for data management systems, as well as to implement them.
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 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>Peter Bailis, Joseph M. Hellerstein, Michael Stonebraker, (editors), Readings in Database Systems, 5th edition.</p> <p>Anand Rajaraman, Jeffrey Ullman: Mining of Massive Datasets, Cambridge University Press, 2020.</p> <p>Martin Kleppmann: Designing Data-Intensive Applications, O'Reilly, 2017.</p> <p>Stefanie Scherzinger, Build your own SQL-on-Hadoop Query Engine: A Report on a Term Project in a Master-level Database Course, SIGMOD Record, June 2019.</p>

Modulbezeichnung / Module title	5980 Text Mining (PN 405024)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	In der Regel jedes Sommersemester / usually every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform	3V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Programmierkenntnisse in Java oder Python. - - - Linear Algebra, probability theory, programming in java or python
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnisse / Skills/Knowledge: 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. Kompetenzen / Competencies: 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

	<p>Strukturierung der Eingangstexte (in der Regel ein Parsing unter Berücksichtigung linguistischer Merkmale), eine 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.</p> <p>Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>- - -</p> <p>90-minute examination or 15-minute oral examination.</p> <p>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>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Christopher Manning und Hinrich Schütze</i>. Foundations of Statistical Natural Language Processing • <i>Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze</i>, Introduction to Information Retrieval • Eigenes Skriptum / Lecture notes

Modulbezeichnung / Module title	5981 Text Mining Project (PN 405025)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	In der Regel jedes Semester / usually every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area “DADMP“
Lehrform	3V+3Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 90 contact hours + 60 hours exercises + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	8
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Programmierkenntnisse in Python. - - - Linear Algebra, probability theory, programming in python
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden lernen in der praktischen Anwendung grundlegende Konzepte und die wichtigsten Methoden zur Analyse von Textdaten. / The students learn basic concepts and the most important methods for analyzing text data in a practical application.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden erwerben die Grundkompetenzen in Python und der NLTK (Natural Language Toolkit) Bibliothek. Diese Kompetenz erlaubt die Extraktion nützlicher Information aus unstrukturierten Texten, um damit eine breite Palette von realen Anwendungen anzugehen. / Students acquire the basic competencies in Python and the NLTK library. With these competencies the students are able to extract useful information from unstructured texts from a broad scope of real-life applications.</p>
Inhalt / Course content:	Der Kurs bietet eine leicht zugängliche Einführung in das Text Mining und die Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP). Das

	<p>Thema erlaubt eine Vielzahl von Anwendungen, von der automatischen Worterkennung und Email-Filterung bis hin zur automatischen Zusammenfassung und Übersetzung. Die Teilnehmer lernen, wie man Python-Programme erstellt, um große Sammlungen unstrukturierter Texte automatisch zu verarbeiten. Ebenso, wie man Sprach-Ressourcen (reich annotierte Datensätze) mittels einer umfassenden Palette an linguistischer Datenstrukturen verwendet. Die Teilnehmer lernen die wichtigsten Algorithmen für die Analyse des Inhalts und der Struktur schriftlicher Kommunikation kennen. Dies wird vermittelt anhand umfangreicher Beispiele und Übungen.</p> <p>Beispielsweise lernen die Teilnehmer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Informationsgewinnung aus unstrukturierten Texten, zur Themen-Erkennung (Topic Detection) oder der Identifikation wichtiger Begriffe (Named Entities) • Die Analyse linguistischer Strukturen im Text; einschließlich Parsing und semantischer Analyse • Zugriff auf linguistische Datenbanken inklusive WordNet und Treebanks • Die Integration von Techniken aus so unterschiedlichen Bereichen wie der Linguistik und der künstlichen Intelligenz <p>Der Kurs vermittelt praktische Fähigkeiten in der Verarbeitung natürlicher Sprache mit Hilfe der Programmiersprache Python und dem Natural Language Toolkit (NLTK).</p> <p>Mögliche Projektarbeiten umfassen die automatische Text-Analyse Sozialer Medien (bspw Twitter), die Analyse multilingualer Nachrichtenquellen, die Erzeugung von Sprachressourcen, oder die Erzeugung eines Wissensgraphs mittels Wikipedia.</p> <p>Die folgenden Inhalte werden im Detail geboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Language Processing and Python • Accessing Text Corpora and Lexical Resources • Processing Raw Text • Categorizing and Tagging Words • Learning to Classify Text • Extracting Information from Text • Analyzing Sentence Structure • Building Feature-Based Grammars • Analyzing the Meaning of Sentences • Managing Linguistic Data
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Projektarbeit, bestehend aus Source-Code, schriftliche Ausarbeitung in Form eines technischen Berichts und Präsentation der Arbeit</p> <p>- - -</p>

	Project work: source code, technical report and presentation
Medienformen / Media used:	Tafel, Projektor, Rechner / Blackboard, projector, computer
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none">• <i>Steven Bird, Ewan Klein and Edward Loper (2009), Natural Language Processing with Python, O'Reilly Media</i>• Eigenes Skriptum / Lecture notes

Modulbezeichnung / Module title:	5983 Big Data Management (PN 455374)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Endres
Dozent(in) / Lecturer:	Endres
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / contact hours:	2V + 2Ü
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:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Kenntnisse in Relationaler Algebra, SQL, z.B. aus einer vorherigen Datenbankvorlesung. Comprehension of the relational data model, relational algebra, and SQL language, obtained, e.g., from a database course.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Students understand the design goals, benefits and drawbacks of NoSQL database systems. They are able to decide which database system is appropriate for a given application depending on suitable criteria. They can design database structures for different NoSQL data models. They understand the implementation of internal components and storage structures of selected database systems.
Inhalt / Course content:	This course covers recent trends in data management (e.g., so-called NoSQL databases) that go beyond the traditional relational data model. Such systems are designed to fulfill novel requirements (e.g., the ability to scale out or schema flexibility). They often relax requirements of traditional relational databases (e.g., consistency). In the course, we will discuss different approaches to model, manage, store, and retrieve data.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min Klausur oder ca. 15min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.

	90 min examination or 15 minutes 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, Projektor Blackboard, projector
Literatur / Literature/reading list:	Advanced Data Management, Lena Wiese MongoDB: The Definitive Guide, Shannon Bradshaw, Kristina Chodorow Cassandra: The Definitive Guide, Jeff Carpenter Graph Algorithms: Practical Examples in Apache Spark and Neo4j High Performance Spark: Best practices for scaling optimizing Apache Spark, Holden Karau Learning Spark: Lightning-Fast Data Analysis, Holden Karau Advanced Analytics with Spark: Patterns for Learning from Data at Scal, Josh Wills

Modulbezeichnung / Module title	5992 Stochastische partielle Differentialgleichungen Stochastic Partial Differential Equations (PN 405245)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform	3V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 20 Stunden Übungsaufgaben + 100 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 20hours exercises + 100 hours 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:	Lineare Algebra I,II, Analysis I,II, Einführung in die Stochastik, Stochastische Analysis, Stochastische Differentialgleichungen / Linear Algebra I,II, Analysis I,II, Introductory Stochastics, Stochastic Analysis, Stochastic Differential Equations
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnisse / Skills/Knowledge: Grundlagen der Theorie semi-linearer stochastischer partieller Differentialgleichungen und der zugrundeliegenden Konzepte aus der Funktionalanalysis und Wahrscheinlichkeitstheorie / Basic knowledge on semi-linear stochastic partial differential equations and the underlying concepts from functional analysis and probability theory. Fähigkeiten / Abilities: Beherrschung und Anwendung der Grundbegriffe aus der Theorie stochastischer partieller Differentialgleichungen und der zugrundeliegenden Konzepte aus der Funktionalanalysis und Wahrscheinlichkeitstheorie / Good command of and ability to apply the basic principles of semi-linear stochastic partial differential equations and the underlying concepts from functional analysis and probability theory.
Inhalt / Course content:	Funktionalanalytische Konzepte/ Functionalanalytic concepts : Nukleare Operatoren, Hilbert-Schmidt-Operatoren, Diagonaloperatoren auf Hilberträumen, Interpolationsräume für

	<p>Diagonaloperatoren, Halbgruppen beschränkter linearer Operatoren. / Nuclear operators, Hilbert-Schmidt-operators, diagonal operator on Hilbert spaces, interpolation spaces associated with diagonal operators, semi-groups of bounded linear operators.</p> <p>Wahrscheinlichkeitstheoretische Konzepte / Concepts from probability theory:</p> <p>Banachraumwertige Zufallsvariablen und stochastische Prozesse, unendlich-dimensionale Brownsche Bewegung, stochastische Integration bezüglich unendlich-dimensionaler Brownscher Bewegungen. / Banach space valued random variables and stochastic processes, infinite-dimensional Brownian motion, stochastic integration wrt. infinite-dimensional Brownian motion.</p> <p>Stochastische partielle Differentialgleichungen / Stochastic partial differential equations:</p> <p>Lösungskonzepte, Existenz und Eindeutigkeit, Eigenschaften von Lösungen. / Types of solutions, existence and uniqueness, properties of solutions.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (120 Minuten) 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> <p>---</p> <p>Written examination (120 minutes) or oral examination (about 30 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:	Präsentation und Beamer, Tafel / Presentation and projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Nach Empfehlung des Dozenten / Announced during the lecture

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	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
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 Artificial Intelligence Engineering
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:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform	2V + 2Ü
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:	Keine 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
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
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, impainting, 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 Mathematische Logik Mathematical Logic (PN 455362)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ / Focus area “MLDM“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algebra - - - Algebra
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
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 • Modelltheorie einiger algebraischer Strukturen • Entscheidbarkeit • Gödelscher Unvollständigkeitssatz
Studien-/Prüfungsleistungen /	Zwei Teileleistungen:

Assessment:	<p>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> <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:	6021 Mathematische Statistik (PN 451013)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Gilch
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 + 15 Std. Präsenz, 90 + 30 Std. Eigenarbeitszeit 45+15 hours, 90 +30 hours exercises and 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:	Analysis I, Einführung in die Stochastik / Analysis I, Introduction to Stochastics
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Mathematische Statistik. Dies beinhaltet die Vermittlung der grundlegenden Konzepte der Statistik. Die besprochenen Hauptschwerpunkte liegen hierbei in der Parameterschätzung sowie bei Hypothesentests. / The students shall get an introduction on the theory of mathematical statistics. They shall acquire the basic concepts of statistics. The main topics include the estimation of parameters and testing of hypotheses
Inhalt / Course content:	Parameterschätzung (Momenten-, ML-Schätzer), beste Schätzer, UMVU-Schätzer, Suffizienz, wichtige Statistik-Sätze (Rao-Blackwell, Lehmann-Scheffé, Cramér-Rao), exponentielle Familien, asymptotische Eigenschaften von Schätzern, Konsistenz, Konfidenzbereiche, ein-/ zweiseitige Hypothesentests, Unabhängigkeitstests, Lineare Modelle / Estimation of Parameters (moment and ML estimators), best estimators, UMVU estimators, sufficiency, important statistical theorems (Rao Blackwell, Lehmann-Scheffé, Cramér-Rao), exponential families, asymptotic properties of estimators, consistency, confidence intervals, one-/two-sided hypothesis tests, tests on independence, linear models

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Zwei Teilleistungen:</p> <p>Teilleistung 1 (80%): 120-minütige schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Semesterbeginn durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>Teilleistung 2 (20%): Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein zusätzliches Thema der Mathematischen Statistik. Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>Examination in two parts:</p> <p>Part 1 (80%): 120 minutes written 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.</p> <p>Part 2 (20%): Written work (up to 10 pages) on a subject from Mathematical Statistics. To pass the examination both parts have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	Tafel, Folien, Beamer / Blackboard, slides, beamer
Literatur / Literature/reading list:	<p>Shao: „Mathematical Statistics“, 2nd edition. Springer, New York, 2007.</p> <p>Witting: „Mathematische Statistik I“. Teubner, Stuttgart, 1985.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6023 Model Theory (PN 482201)
Häufigkeit des Modulangebotes	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ / Focus area “MLDM“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz, 120+60 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlegende Kenntnisse aus der Mathematischen Logik
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik/Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> - understand the interplay between formal axioms and their models - comprehend important model constructions - analyze theories and model classes - apply model theory to algebra
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> - Consequences of Gödel's completeness theorem - Model constructions - Properties of classes of models and theories - Stability - Applications to algebra
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Tafel, Overhead, Beamer
Literatur / Literature/reading list:	A. Prestel: Einführung in die Mathematische Logik und Modelltheorie. Vieweg, 1986. P. Rothmaler: Einführung in die Modelltheorie. Spektrum Akademischer Verlag, 1995.

	<p>W. Hodges: A shorter model theory. Cambridge University Press, 1997.</p> <p>D. Marker: Model Theory: An introduction. Springer, 2002.</p> <p>K. Tent, M. Ziegler: A course in Model Theory. Cambridge University Press, 2002.</p>
--	--

Modulbezeichnung / Module title:	6026 Real Algebra (PN 482103)
Häufigkeit des Modulangebotes	Alle vier Semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area “AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz, 120+60 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlegende Kenntnisse aus der Algebra
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> - understand the concept of ordering - comprehend its algebraic formulation - relate the concept of positivity with sums of squares
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> - Orderings - Real fields and real closed fields - Quadratic forms over real fields - Real rings - Real spectrum - Positivity and sums of squares
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Tafel, Overhead, Beamer
Literatur / Literature/reading list:	M. Knebusch, C. Scheiderer: Einführung in die reelle Algebra. Vieweg, 1989. J. Bochnak, M. Coste, M.-F. Roy: Real Algebraic Geometry. Springer, 1991.

	<p>A. Prestel, C. Delzell: Positive Polynomials. Springer, 2001.</p> <p>M. Marshall: Positive Polynomials and Sum of Squares. American Mathematical Society, 2008.</p>
--	--

Modulbezeichnung / Module title:	6029 Numerik stochastischer Differentialgleichungen / Numerical methods for stochastic differential equations (PN 451004)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Alle vier Semester / all four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area „SS“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz, 60 Std. Übungsaufgaben, 60 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 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:	Analysis I,II, Lineare Algebra I,II, Einführung i.d. Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Analysis / Analysis I,II, Linear Algebra I,II, Introduction to Stochastik, Probability theory, Stochastic Analysis
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u></p> <p>Grundlegender Algorithmen zur Approximation von (Erwartungswerten von Funktionalen von) Lösungen stochastischer Differentialgleichungen, ihre theoretischen Eigenschaften und typische Anwendungen.</p> <p>/</p> <p>Knowledge of basic algorithms for approximation of (expectations of functionals of) solutions of stochastic differential equations, their theoretical properties and typical applications.</p> <p>.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u></p> <p>Auswahl geeigneter Approximationsalgorithmen für konkrete Fragestellungen, ihre effiziente Implementierung, die praktische</p>

	<p>Durchführung von entsprechenden Simulationsexperimenten und die Darstellung und Bewertung der Ergebnisse.</p> <p>/</p> <p>Ability to select appropriate approximation algorithms for specific questions, their efficient implementation, the practical implementation of relevant simulation experiments, and the presentation and evaluation of results.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Approximation stochastischer Prozesse: Fehlerkriterien, Kostenmaße, minimale Fehler und Komplexität, Optimalität und asymptotische Optimalität. • Pfadweise Approximation der Lösung stochastischer Differentialgleichungen: zeitdiskrete Ito-Taylor Schemata, zeitkontinuierliche Verfahren, adaptive Schrittweitensteuerung. • Quadraturverfahren für stochastische Differentialgleichungen: Standard Monte-Carlo Verfahren, Multilevel-Verfahren, Anwendungen in der Finanzmathematik. <p>/</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic concepts of approximation of stochastic processes: error criteria, cost measures, minimal error, complexity, optimality and asymptotic optimality. • Pathwise approximation of solutions of stochastic differential equations: discrete-time Ito-Taylor schemes, continuous-time methods, adaptive time step control. • Quadrature of stochastic differential equations: Standard Monte Carlo methods, multilevel methods, applications in mathematical finance.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Abschlussklausur 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>/</p> <p>90 minute written 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:	Tafelanschrieb, Overhead, Beamer / slides, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Bekanntgabe durch Dozenten / Announcement by lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	6031 Algorithmische Geometrie (PN 405125) Computational Geometry
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kindermann
Dozent(in) / Lecturer:	Kindermann
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ und „DADMP“ / Focus area “MLDM” and “DADMP”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hrs exercises + 70 hrs 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:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden kennen Techniken, die man für den Entwurf und die Analyse geometrischer Algorithmen und Datenstrukturen benötigt. The students know techniques that can be used to design and analyze geometric algorithms and data structures.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden können die in der Vorlesung vorgestellten Verfahren und Datenstrukturen exemplarisch ausführen, deren Funktionsweise erläutern und sie analysieren. The students can apply the algorithms and data structures 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 können entscheiden, welche Algorithmen oder Datenstrukturen geeignet sind, um ein gegebenes geometrisches Problem zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage neue Probleme zu analysieren und sich auf Basis der in</p>

	<p>der Vorlesung erlernten Konzepte und Techniken eigene effiziente Lösungen zu überlegen.</p> <p>The students have the competence to decide which algorithms or data structures are useful to solve a geometric problem. They are able to analyze new problems and think of efficient solutions based on the concepts and techniques learned in the lecture.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In vielen Bereichen der Informatik – z.B. Robotik, Computergrafik, Virtual Reality und Geografische Informationssysteme – ist es notwendig räumliche Daten zu speichern, analysieren, erzeugen oder zu manipulieren. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit algorithmischen Aspekten dieser Aufgaben: Wir werden Techniken erlernen, die man für den Entwurf und die Analyse geometrischer Algorithmen und Datenstrukturen benötigt. Jede Technik wird anhand eines Problems aus einem der oben genannten Anwendungsbereiche illustriert.</p> <p>In many areas of computer science – e.g., robotics, computer graphics, virtual reality, and geographic information systems – it is necessary to save spatial data. This lecture deals with algorithmic aspects of these tasks: we will learn techniques that can be used to design and analyze geometric algorithms and data structures. Each technique will be illustrated based on a problem from the above-mentioned applications.</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>Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars: Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer-Verlag, 3rd edition, 2008.</p> <p>Rolf Klein: Algorithmische Geometrie: Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, 2nd edition, 2005.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6032 Approximationsalgorithmen (PN 451009) Approximation algorithms
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kindermann
Dozent(in) / Lecturer:	Kindermann
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ und „DADMP“ Focus area „MLDM“ and „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hrs exercises + 70 hrs 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:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden kennen Techniken, die man für den Entwurf und die Analyse von Approximationsalgorithmen benötigt. The students know techniques that can be used to design and analyze approximation algorithms. <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. <u>Kompetenzen / Competencies:</u> Die Studierenden können einfache Approximationsverfahren bezüglich ihrer Güte analysieren. Sie verstehen grundlegende Entwurfstechniken, wie Greedy, lokale Suche, Skalierung sowie Methoden, die auf linearer Programmierung basieren, und

	<p>können diese auch auf neue Probleme anwenden.</p> <p>The students have the competence to analyze the quality of simple approximation techniques. They understand basic design techniques like greedy, local search, scaling, and methods based on linear programming, and they can apply these techniques to new problems.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Die Aufgabe, eine optimale Lösung für ein gegebenes Problem zu ermitteln ist allgegenwärtig in der Informatik. Leider ist für eine Vielzahl solcher Probleme kein effizienter Algorithmus bekannt, der eine optimale Lösung er mittelt. In der Praxis verwendet man daher häufig Verfahren, die zwar nicht immer optimale aber dafür stets gute Lösungen liefern. In dieser Vorlesung beschäftigen wir uns mit Entwurfs- und Analysetechniken für Algorithmen, die eine nachweisbare Approximationsgüte besitzen. Es werden wichtige Entwurfstechniken wie beispielsweise Greedy, lokale Suche, Skalierung, und Methoden, die auf linearer Programmierung basieren, anhand konkreter Optimierungsprobleme vorgestellt.</p> <p>The task of finding an optimal solution for a given problem is omnipresent in computer science. Unfortunately, for many problems there are no known efficient algorithms that can compute an optimal solution. Hence, in practice one often uses methods that do not always find optimal, but consistently solutions. In this lecture we deal with techniques to design and analyze algorithms that have a provable approximation factor. We present important design techniques like greedy, local search, scaling, and methods based on linear programming based on concrete optimization problems.</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>Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms, Springer, 2003</p> <p>David P. Williamson und David B. Shmoys: The Design of Approximation Algorithms, Cambridge University Press, 2011</p> <p>Rolf Wanka: Approximationsalgorithmen: eine Einführung, Teubner Wiesbaden, 2006</p> <p>Giorgio Ausiello, Pierluigi Crescenzi, Giorgio Gambosi, Viggo Kann, Alberto Marchetti-Spaccamela und Marco Protasi: Complexity and Approximation: Combinatorial Optimization Problems and Their Approximability Properties, Springer, 1999</p> <p>Klaus Jansen und Marian Margraf: Approximative Algorithmen und Nichtapproximierbarkeit, de Gruyter Berlin, 2008</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6033 Real Algebraic Geometry (PN 482104)
Häufigkeit des Modulangebotes	Alle vier semester / every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „AGC“ / Focus area “AGC“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz, 120+60 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlegende Kenntnisse aus der Algebra
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> - understand the concept of semialgebraic sets - comprehend how to analyze these with algebraic methods - relate the concept of positivity with sums of squares
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> - Semialgebraic sets - Real algebraic varieties - Tarski-Seidenberg principle - Nash functions - Stratifications - Positivity on semialgebraic sets and sums of squares
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Tafel, Overhead, Beamer
Literatur / Literature/reading list:	J. Bochnak, M. Coste, M.-F. Roy: Real Algebraic Geometry. Springer, 1991. C. Andradas, L. Bröcker, J. Ruiz: Constructible Sets in Real Geometry. Springer, 1996.

	<p>A. Prestel, C. Delzell: Positive Polynomials. Springer, 2001.</p> <p>M. Marshall: Positive Polynomials and Sum of Squares. American Mathematical Society, 2008.</p>
--	--

Modulbezeichnung / Module title:	6034 Graphen und Netzwerkalgorithmen (PN 451005) Graph and Network Algorithms
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Bekos
Dozent(in) / Lecturer:	Bekos
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 135 Std. Vor- und Nachbereitung des Praktikums 45 contact hours + 135 hrs independent study, implementation and discussions with the teams
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Programmierkenntnisse in C oder Java Programming skills in C or Java
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen, Algorithmen zur Visualisierung von Graphen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms, Algorithms for Visualizing Graphs
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills / Knowledge:</u> Die Studierenden erwerben ein systematisches Verständnis der Entwurfs- und Analyseprinzipien eines komplexen Projekts im Bereich der Graphenvisualisierung. Sie lernen auch, verschiedene Ansätze zur Lösung eines nicht trivialen Problems zu entwickeln und sie weiter anzupassen, um bessere Ergebnisse zu erzielen. The students acquire a systematic understanding of design and analysis principles of a complex project in the area of Graph Drawing. They also learn how to develop different approaches to solve a non-trivial problem and how to further adjust them to achieve better results. <u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden haben die Fähigkeit, algorithmische Lösungen (z.B., Heuristics, Approximationen) zu entwickeln und selbst

	<p>anzuwenden. Sie können auch ihre Effizienz analysieren, bewerten und weiter anpassen.</p> <p>The students have the ability to develop algorithmic solutions (e.g., heuristics, approximations) and to apply them on their own. Moreover, they can analyze their efficiency, evaluate them and further adapt them.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz, geeignete Entwurfs- und Analysetechniken für das Problem auszuwählen. Sie können sie weiter anwenden, um neue Algorithmuslösungen zu entwickeln und zu analysieren.</p> <p>The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for the given problem. They can further apply them to develop and analyze new algorithm solutions.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Jedes Jahr organisiert die Graph Drawing-Konferenz einen Wettbewerb, bei dem die Aufgabe darin besteht, eine Menge von Graphen in einem vordefinierten Zeichenstil zu visualisieren. Die teilnehmenden Teams erhalten eine Menge von Graphen und müssen nach einer Stunde eine Zeichnung für jede von ihnen berechnen. Das Team mit der höchsten kumulativen Punktzahl gewinnt. Die aktuelle Wettbewerb heißt: "Crossing minimization in upward drawings of directed graphs", d.h., man möchte eine Zeichnung eines gerichteten Graphen berechnen, in der jede Kante als geradliniges Segment gezeichnet ist, so dass ihr Quellscheitelpunkt unter seinem Zielscheitelpunkt liegt und gleichzeitig die Anzahl der Kreuzungen minimiert wird. Ziel dieses Kurses ist es, Ideen zu entwickeln und einen Prototyp zu implementieren, um am Wettbewerb im September 2020 teilnehmen zu können.</p> <p>Every year, the Graph Drawing conference organizes a contest, in which the task is to visualize a set of challenge graphs in a predefined drawing style. The teams participating to the contest receive a set of challenge graphs, and after one hour they must submit their final drawings for each of them. The team with the highest cumulative score wins. The current challenge is: "Crossing minimization in upward drawings of directed graphs". In other words, one wants to compute a drawing of a directed graph in which each edge is drawn as a straight-line segment such that its source vertex is below its target vertex, and simultaneously the number of crossings is minimized. The goal of this course is to develop ideas and implement a prototype so to participate in the contest in September 2020.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der Teilnahme und des Beitrags zur Entwicklung des Systems, Qualität des gelieferten Codes, Beitrag zum Abschluss und zur Abschlusspräsentation.</p> <p>Assessment of the participation and the contribution to the development of the system, quality of delivered code, contribution to the conclusion and the final presentation.</p>
Medienformen / Media used:	-

Literatur / Literature/reading list:	<p>Giuseppe Di Battista, Peter Eades, Roberto Tamassia, Ioannis G. Tollis: Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs. Prentice-Hall 1999.</p> <p>Michael Kaufmann, Dorothea Wagner: Drawing Graphs, Methods and Models. Lecture Notes in Computer Science, Springer 2001.</p> <p>Roberto Tamassia: Handbook of Graph Drawing and Visualization, Chapman and Hall/CRC, 2013.</p>
--------------------------------------	---

Modulbezeichnung / Module title:	6040 Integraltransformationen (PN 451007) Integral Transforms
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Fink
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I & II, Analysis I & II oder äquivalent Linear Algebra I & II, Analysis I & II or equivalent
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken verschiedener Integraltransformationen in der Signalanalyse und wissen, welche Eigenschaften für die Anwendung wichtig sind und wie diese hergeleitet werden.</p> <p>The students know the basic and application.relevant concepts and techniques of various integral transforms in signal analysis and know which properties are important for the applications and how they are derived.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden können Beweistechniken der Integraltransformationen nachvollziehen, sie auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und zugehörige Algorithmen bewerten.</p> <p>The students can comprehend proof techniques of integral transforms, apply them to related problems in applications and</p>

	<p>evaluate associated algorithms.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz, die Konzepte und Methoden hinter verschiedenen Integraltransformationen zu verstehen und geeignete Verfahren für Anwendungsprobleme auszuwählen und anzuwenden.</p> <p>The students have the competence to comprehend the concepts behind various integral transforms and to select and apply appropriate methods for application problems.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fourier-Reihen - Fourier-Integrale - Diskrete und schnelle Fourier-Transformation - Kontinuierliche und diskrete Wavelet-Transformation - Kontinuierliche und diskrete Shearlet-Transformation <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fourier series - Fourier integrals - Discrete und fast Fourier transform - Continuous and discrete wavelet transform - Continuous and discrete shearlet transform
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)</p> <p>Oral exam (about 25 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer</p> <p>Presentation with projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Mark Cartwright. Fourier Methods for mathematicians, scientist and engineers, 1990.</p> <p>Dieter Müller-Wichards. Transformationen und Signale, 1999.</p> <p>Gitta Kutyniok, Demetrio Labate. Shearlets: Multiscale Analysis for Multivariate Data, 2012.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	6044 Multimedia Retrieval (PN 455383)
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:	Skopal
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierkenntnisse, Grundlagen von Datenbanken- und Informationssystemen (DBIS I + II), Grundlagen der Programmierung Programming skills fundamentals of databases and information systems (DBIS I + II)
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Objectives</u> The module introduces to models and techniques of multimedia retrieval.</p> <p><u>Course Outcomes</u> By the end of the course, students will be able to recognize many facets of content-based multimedia retrieval techniques. They also get a practical experience in a selected subdomain by means of student project.</p> <p><u>Knowledge & Understanding</u> General knowledge of content-based multimedia retrieval. Detailed pipeline – use case, domain knowledge, feature extraction, retrieval model, indexing, visualization, user feedback, evaluation.</p> <p><u>Skills & Abilities</u> a) Navigate in different platforms, interfaces, HCI means and</p>

	<p>use cases for multimedia retrieval.</p> <p>b) Chose a suitable model for particular media type and domain;</p> <p>c) Formulate search intent (query, browsing, filtering); d) Use suitable indexing structures for efficient retrieval.</p>
Inhalt / Course content:	<ol style="list-style-type: none"> 1) Web platforms for retrieval and sharing of multimedia content. 2) Web interfaces, modalities, and the quality of retrieval. 3) Text-based and bag-of-words models. 4) Similarity search model - models and queries. 5) Similarity search model - popular similarity functions. 6) Global image features - analytic models. 7) Global image features - deep learning. 8) Local image features. 9) Multi-modal retrieval. 10) Video retrieval techniques. 11) Feature extraction from audio, music and melody. 12) Principles of metric indexing. 13) Metric access methods. 14) Approximate search methods.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Report and presentation at defence of an individual software project. Grade will be based on this individual project.
Medienformen / Media used:	<p>The course consists of a series of lectures, interleaved with consultations to student projects. The lectures span a variety of multimedia retrieval topics, while the projects aim to focus students more deeply to a particular topic by means of a hands-on experience (project implementation).</p> <p>Slides (PDF), videos recorded for offline use.</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto, Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology behind Search, Addison-Wesley Professional, 2011.</p> <p>Nicolas Hervé, Nozha Boujemaa: "Image annotation: which approach for realistic databases?", ACM International Conference on Image and Video Retrieval, 2007.</p> <p>B. S. Manjunath, Philippe Salembier, Thomas Sikora, Introduction to MPEG-7: Multimedia Content Description Interface, Wiley, 2002.</p> <p>Ritendra Datta, Dhiraj Joshi, Jia Li, James Z. Wang, "Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age!", ACM Computing Surveys 40: 1, 2008.</p> <p>K. Selçuk Candan, Maria Luisa Sapino, Data Management for Multimedia Retrieval, Cambridge University Press, 2010.</p> <p>Zezula, P, Amato, G., Dohnal, V., Batko, M. "Similarity Search: The Metric Space Approach". Springer, 2005. ISBN 0387291466.</p>

Modulbezeichnung:	6049 Asymptotische Geometrische Analysis & Anwendungen (PN 485368)
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	Modulgruppe „ANAT“ / Focus area “ANAT“
Lehrform/SWS/ Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 55 Std. Nachbearbeitung 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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse/ Recommended skills:	Funktionalanalysis (Veranstaltungsnummer 5756V) Einführung in die Stochastik Wahrscheinlichkeitstheorie
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills:</u> Die Studierenden lernen die grundlegenden Konzepte sowie Techniken der Asymptotischen Geometrischen Analysis kennen. Students learn the fundamental concepts and methods of asymptotic geometric analysis. <u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden üben den Umgang sowie die Kombination der Methoden der Asymptotischen Geometrischen Analysis an ausgewählten Problemen, die sich auf verschiedene Bereiche der Mathematik, wie etwa Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie sowie (konvexe und diskrete) Geometrie, stützen. Students practice handling the methods developed and used in asymptotic geometric analysis, which are intimately related to functional analysis, probability theory, and (discrete and convex) geometry.

	<p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte und Methoden der Asymptotischen Geometrischen Analysis bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen im Rahmen hochdimensionaler Probleme der Mathematik und angrenzender Gebiete (e.g. Compressed Sensing oder Information-based Complexity) anzuwenden.</p> <p>The students are able to approach high-dimensional problems in mathematics and related fields (e.g., compressed sensing, information-based complexity) by means of methods and ideas from asymptotic geometric analysis.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In der Funktionalanalysis beschäftigt man sich mit der Struktur von unendlichdimensionalen normierten Räumen (oder spezieller Banachräumen). Ein zentraler Aspekt dieser Untersuchungen liegt dabei auf verschiedenen Typen linearer Operatoren (beschränkt, unbeschränkt, kompakt, selbstadjungiert) zwischen solchen Räumen.</p> <p>Die Asymptotische Geometrische Analysis ist Teil der (geometrischen) Funktionalanalysis und beschäftigt sich mit der Struktur hochdimensionaler normierter Räume oder, äquivalent, mit der Geometrie hochdimensionaler konvexer Körper. Das Studium solcher Räume, wenn die Dimension gegen unendlich geht, ist sehr eng verknüpft mit Wahrscheinlichkeitstheorie sowie konvexer und diskreter Geometrie. Es zeigen sich in diesem Rahmen verschiedene Phänomene, die sich unserer Intuition, welche auf niederen Dimensionen basiert, entziehen. Wir werden in dieser Veranstaltung verschiedene, ausgewählte Aspekte der Asymptotischen Geometrischen Analysis und ihrer Anwendungen beleuchten.</p> <p>In functional analysis one studies the structure of infinite-dimensional normed spaces (or more specifically Banach spaces). A key focus of this research is based on the investigation of different types of operators (bounded, unbounded, compact, self-adjoint) between such spaces. Asymptotic geometric analysis is the part of (geometric) functional analysis that studies the structure of high-dimensional normed spaces or, equivalently, the geometry of high-dimensional convex bodies. The investigation of such spaces, as the dimension tends to infinity, is intimately related to probability theory as well as discrete and convex geometry. In this high-dimensional set-up several unexpected and counterintuitive phenomena occur. In this module, we shall discuss selected topics from asymptotic geometric analysis and its applications.</p> <p>Das Modul beinhaltet ausgewählte Themen aus den Bereichen/ the module covers selected topics from</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentration of measure phenomenon • John ellipsoids and John's theorem • The modern large deviations approach to convex bodies • Dvoretzky's theorem on almost Euclidean subspaces of high-dimensional normed spaces • Kashin's Euclidean decomposition theorem for l_1^{2n} • s-Numbers of linear operators and their relation to approximation and recovery problems in, e.g., compressed sensing or information-based complexity
Studien-/Prüfungsleistungen:	Ca. 30 Minuten mündliche Prüfung Oral exam (about 30 minutes)
Medienformen:	Präsentation und Beamer, Tafel/ Tablet

	Presentation and projector, blackboard/tablet
Literatur:	<ul style="list-style-type: none">• S. Brazitikos, A. Giannopoulos, P. Valettas, B.-H. Vritsiou: Geometry of Isotropic Convex Bodies, Mathematical Surveys and Monographs, Volume 196, 2014• O. Guédon, P. Nayar, T. Tkocz, D. Ryabogin, A. Zvavitch: Analytical and Probabilistic Methods in the Geometry of Convex Bodies, IMPAN Lecture Notes, Volume 2, 2014• F. Den Hollander: Large Deviations, Fields Institute Monographs, Volume 14, 2000• S. Arstein-Avidan, A. Giannopoulos, V.D. Milman: Asymptotic Geometric Analysis (Part 1), Mathematical Surveys and Monographs, Volume 202, 2015• K. Ball: An elementary introduction to modern convex geometry, Flavors of Geometry, Volume 3i, 1997

Modulbezeichnung / Module title:	6060 Computational Social Science Lab (PN 455391)
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:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung 60 contact hours + 120 hrs 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:	Python Programming Language Knowledge of basic data analysis as taught in Web Science, Visual Analytics, Advanced Topics in Data Science
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge Students will learn about state-of-the-art problems, methods and tools to study digital trace data on individuals and the society.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities Students acquire the ability to develop and formulate research questions in Computational Social Science, explore respective datasets, apply data science and machine learning methods and communicate results. Students will be able to select and apply suitable software libraries for these steps.</p> <p>Kompetenzen / Competencies Students will learn to perform independent case studies on societal and behavioral data.</p>
Inhalt / Course content:	Computational Social Science refers to a relatively new research area that aims to study social phenomena with computational means, primarily with methods from Data Science and Machine Learning. In this practical course, students will work in small teams on “social” datasets on individuals and the society such as review data, forums, social media posts, social network data

	<p>or collections of new articles.</p> <p>On these datasets, student groups will perform in teams and under guidance all necessary steps for a case study in computational social sciences:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data collection, exploration and quality assessment of the dataset to be analyzed 2. Formation of an appropriate research question 3. Selection of appropriate analysis methods 4. Data (pre-)processing and Modeling 5. Critical assessment of the obtained insights 6. Communication of the results with a blog post and/or a scientific report <p>Results of the individual steps will be presented to the other course participants in small presentations throughout the semester. At the end of the semester, project results will be summarized in final presentations and a written report.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Portfolio exam consisting of code with documentation, a written report on the outcome of the project (max. 10 pages) and presentations given over the course of the semester.</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>
Medienformen / Media used:	Presentation with beamer, whiteboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Lazer, David, et al. "Life in the network: the coming age of computational social science." <i>Science</i> (New York, NY) 323.5915 (2009): 721.</p> <p>Additional project specific literature will be announced at the beginning of the semester.</p>

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:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
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
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><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.</p> <p><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.</p> <p><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.</p>
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

	<ul style="list-style-type: none"> ● Perceptron Learning ● Feedforward Neural Networks ● Gradient Descent and Backpropagation ● Regularization in Deep Learning ● 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:	Das Modul ersetzt das alte Modul „5956 Deep Learning“ - keine Doppelanrechnung möglich!

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	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
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 Artificial Intelligence Engineering
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 (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	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 105 hrs independent study and exam preparation
ECTS 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:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bzgl. der Theorie von Markovketten auf allgemeinen Zustandsräumen. Sie kennen und verstehen verschiedene Algorithmen zum approximativen Simulieren von Verteilungen basierend auf 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. The students acquire a systematic understanding of the theory of Markov chains on general state spaces. They know and understand advanced algorithms for approximate sampling based on Markov chains (e.g. slice sampling, Metropolis-Hastings, Hit-and-run). Beyond that the students obtain deep knowledge about proof techniques to verify convergence results for Markov chains and are able to apply

	this methodology.
Inhalt / Course content:	<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	Modulgruppe „DADMP“ / Focus area „DADMP“
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 Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Skills:</u></p> <p>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></p> <p>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:	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:	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
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 Artificial Intelligence Engineering
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:	<p>Tafel, Beamer, Vorlesungsskript, Übungsblätter / blackboard, projector presentation, lecture notes, exercise sheets</p>
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 Komplexe dynamische Netzwerke (PN 471515) Complex Dynamic Networks
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Schönlein
Dozent(in) / Lecturer:	Schönlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DSO“ / Focus area “DSO“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 55 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I + II, Lineare Algebra I+II, Gewöhnliche Differentialgleichungen
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse: 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>Fähigkeiten und Kompetenzen: 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>
Inhalt / Course content:	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
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Online Lehre via Zoom
Literatur / Literature/reading list:	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 Klassische Grenzwertsätze & grosse Abweichungen Classical Limit Theorems & Large deviations (PN 451019)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	unregelmäßig/ irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prochno
Dozent(in) / Lecturer:	Prochno
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
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
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills:</u> Die Studierenden bekommen ein vertieftes Verständnis klassischer Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitstheorie und lernen die grundlegenden Konzepte sowie Techniken der Theorie der großen Abweichungen kennen. Students obtain a deeper understanding of classical limit theorems in probability and learn the fundamental concepts and methods of large deviations theory. <u>Fähigkeiten / Abilities:</u> 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>Students practice handling the methods developed and used in probability theory, in particular large deviations theory, which are intimately related to functional analysis, probability theory, (discrete and convex) geometry, and computer science.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></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 / Assessment:	<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>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel/ Tablet</p> <p>Presentation and projector, blackboard/tablet</p>
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> • J. Prochno: Classical limit theorems & large deviations, Lecture notes, 2020 • F. Den Hollander: Large Deviations, Fields Institute Monographs, Volume 14, 2000 • A. Dembo, O. Zeitouni: Large Deviations Techniques & Applications, Springer, 2010

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	Modulgruppe "DADMP" / Focus area "DADMP"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4SWS
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 kcache/grind) • 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 Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
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).
Inhalt / Course content:	<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>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<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:	6200 Kamerakalibrierung und 3D-Rekonstruktion (PN 405148)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Jahr
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Hanning
Dozent(in) / Lecturer:	Hanning
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / Focus area „A“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 30 contact hours + 60 lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II oder äquivalent / Analysis I & II, Linear Algebra I & II or equivalent
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden kennen die Parameter des Lochkameramodells mit Verzeichnung und kennen Vorbedingungen und Verfahren diese aus Bilddaten zu bestimmen. Des Weiteren kennen sie die Grundaussagen zur 3D-Rekonstruktion aus Bildern von Laserlichtschnittsensoren, sowie aus mehreren Ansichten mit kalibrierten und unkalibrierten Kameras. <u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden können die Parameter der Kameraabbildung bestimmen und 3D-Rekonstruktionsprobleme lösen. <u>Kompetenzen / Competencies:</u> Die Studierenden können Algorithmen zur Kamerakalibrierung und 3D-Rekonstruktion implementieren, bewerten und sind in der Lage die Genauigkeitsgrenzen abzuschätzen.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Die projektive Vervollständigung des \mathbb{R}^2 • Anwendung: Kalibrierung eines Laserlichtschnittsensors • Die projektive Vervollständigung des \mathbb{C}^2 und \mathbb{C}^3

	<ul style="list-style-type: none"> • Das Lochkameramodell mit Verzeichnungen • Projektive Formulierung des Lochkameramodell • Kamerakalibrierung <ul style="list-style-type: none"> ○ Herleitung notwendiger Bedingungen aus der projektiven Formulierung des Lochkameramodells ○ Fehlerfunktion des nicht-linearen Optimierungsproblems • 3D-Rekonstruktion <ul style="list-style-type: none"> ○ Monokulare 3D-Rekonstruktion ○ Das Stereokameramodell ○ Epipolarbedingungen ○ 3D-Rekonstruktion aus Stereobilddaten
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer
Literatur / Literature/reading list:	Skript; Hartley, Zisserman, „Multiple View Geometry“

Modulbezeichnung / Module title:	6201 Proof Theory (PN 482203)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ / Focus area “MLDM“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30+30 Std. Präsenz, 60+60 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlegende Kenntnisse aus der Mathematischen Logik
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> - understand the formalization of mathematical proofs - comprehend various proof systems
Inhalt / Course content:	The following topics are covered: <ul style="list-style-type: none"> - Proof systems - Cut elimination - Proof theory of arithmetic - Second order logic
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Tafel, Overhead, Beamer
Literatur / Literature/reading list:	A. Troelstra, H. Schwichtenberg: Basic Proof Theory. Cambridge University Press, 2000. W. Pohlers: Proof Theory. Springer, 2009.

Modulbezeichnung / Module title:	6202 Recursion Theory (PN 482202)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „MLDM“ / Focus area “MLDM“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30+30 Std. Präsenz, 60+60 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlegende Kenntnisse aus der Mathematischen Logik
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> - understand the mathematical formulation of Turing machines and algorithms - comprehend the concepts of computability and decidability
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> - Turing machines and algorithms - Recursive functions and sets - Turing computability and Turing degrees
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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
Medienformen / Media used:	Tafel, Overhead, Beamer
Literatur / Literature/reading list:	H. Hermes. Aufzählbarkeit, Entscheidbarkeit und Berechenbarkeit. Springer, 1978. D. Cohen: Computability and Logic. Ellis Horwood Limited, 1987. P. Odifreddi: Classical Recursion Theory. Elsevier, 1992.

Modulbezeichnung / Module title	30900 Financial Engineering and Structured Finance (PN 262200)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Gewöhnlich jedes Wintersemester / usually every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Entrop
Dozent(in) / Lecturer:	Entrop
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / Focus area „A“
Lehrform	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 30 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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Einführungsmodul in Finance wird empfohlen; weitere Bachelor- Finance-Module von Vorteil
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden lernen die theoretischen Grundlagen der modernen Finanztitel und insbesondere Derivatebewertung vertiefend kennen. Sie verstehen die allgemein ökonomischen Grundlagen und erkennen deren Möglichkeiten und Grenzen.</p> <p>Das Modul konzentriert sich dabei auf Aktien- und Zinsderivate sowie auf strukturierte Produkte wie sie typischerweise von Privatpersonen und Unternehmen erworben werden.</p> <p>Studierende werden in die Lage versetzt, Bewertungsprobleme zu erkennen, zu strukturieren und praktisch zu lösen. Sie verstehen die Einsatzmöglichkeiten verschiedenster Finanztitel und deren Risikostruktur.</p> <p>Studierende können ihre Kenntnisse schnell auf neue Finanztitel übertragen und auch neue Finanztitel selbst entwickeln. Darüber hinaus begreifen die Studierenden ein Unternehmen als komplexes System derivativer Ansprüche und verstehen insbesondere den Wirkungseinfluss konkreter Kapitalstrukturmaßen auf schon bestehende</p>

	Finanzierungsinstrumente.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Fixed-Income: Spot Markt und symmetrische Derivate (Zinsstrukturkurvenschätzung, Swaps, Forwards, Futures) • Equities: Optionen (Wertgrenzen, Ein- und Mehr-Perioden-Binomialbäume, Black/Scholes, europäische und amerikanische Derivate) • Fixed-Income: Zins- und Bondoptionen (Caps, Floors, Black-Modell, Zinsstrukturkurvenmodelle wie Vasicek und Cox/Ingersoll/Ross) • Fixed-Income: Zertifikate und Strukturierte Produkte (Marktüberblick, Capped, Floored, Collared Floater, • Reverse und Fixed-Maxi-Floater, Callable Step-up Bonds, Kapitalmarktfloater, etc.) • Equities: Zertifikate und Strukturierte Produkte (Marktüberblick, Indexzertifikate, Aktienanleihen, Diskontzertifikate, Quantozertifikate, Turbozertifikate, etc.) • Strukturmodelle (Passivpositionen als Derivate auf Unternehmensassets, Agency • -Konflikte zwischen Eigenkapital- und Fremdkapitalgebern, Covenants, Determinanten optimaler Unternehmensausfall, Wirkungsanalyse von Kapitalstrukturmaßnahmen, Rating aus Marktpreisen, • Schätzung von Assetwerten und -volatilitäten aus Passivposition und Derivaten) • Reduced Form Modelle • Asset Backed Securities (ABS, CLOs etc), Credit Default Swaps und Structured Debt
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Written examination (60 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Interaktiver Frontalunterricht.</p> <p>Bearbeitung von Übungsaufgaben.</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Rechtzeitig vor Kursbeginn wird ein Skript elektronisch in StudIP zur Verfügung gestellt. Dieses enthält auch Übungsaufgaben. Darüber hinaus wird dort eine umfassende Excel-Datei bereitgestellt, mit deren Hilfe die quantitativen Inhalte interaktiv nachvollzogen werden können.</p> <p>Weiterführende Literaturhinweise in der Veranstaltung.</p>

Modulbezeichnung / Module title	30902 Quantitative Methoden in Finance (PN 261070)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Gewöhnlich jedes Semester / usually every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Entrop
Dozent(in) / Lecturer:	Entrop
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / Focus area „A“
Lehrform	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 30 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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Einführungsmodul in Finance wird empfohlen; weitere Bachelor-Finance-Module von Vorteil. Ein vorheriger oder paralleler Besuch von "Financial Engineering und Strukturierte Finanzierung" wird empfohlen. Solide Excel-Kenntnisse und Kenntnisse in Statistik und einem Statistikprogramm sind hilfreich.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Das Modul macht Studierende mit zentralen quantitativen Methoden vertraut, die sehr häufig in Finance und verwandten Gebieten zur Lösung betriebswirtschaftlicher Fragestellungen angewendet werden. Im ersten Teil werden anhand ausgewählter finanzwirtschaftlicher Fragestellungen ökonometrische und statistische Methoden behandelt. Parallel dazu werden diese Methoden in Stata auf empirische Daten angewandt. Im zweiten Teil lernen Studierende verschiedene numerische Methoden, insbesondere Simulationstechniken zur Bewertung von Derivaten und deren Umsetzung in VBA kennen. Die Studierenden erwerben in dieser Veranstaltung Kompetenzen, die regelmäßig in quantitativen Seminaren, Abschlussarbeiten und insbesondere auch in der Finanzpraxis

	<p>benötigt werden.</p> <p>Nach der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, komplexe betriebswirtschaftliche Probleme zu strukturieren und mit den behandelten Methoden selbstständig zu lösen. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren und können darüber hinaus diese selbstständig auf Fragestellungen aus zu Finance verwandten Disziplinen übertragen.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die empirische Analyse von Finanzdaten • Querschnitts-, Zeitreihen- und Panelregressionen in Stata • Logit- und Probit-Regressionen in Stata • Stata-Programmierung und -Automatisierung sowie erweiterte Befehle • Numerische Methoden in VBA • Bewertung von Derivaten mittels Simulation in VBA
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Written examination (60 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Interaktiver Frontalunterricht.</p> <p>In der Übung werden direkt im Anschluss an die entsprechende Vorlesung die behandelten Konzepte an realen Datensätzen in Stata (1. Teil) oder realen Bewertungsfragestellungen in VBA (2. Teil) umgesetzt.</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Skript wird in StudIP zur Verfügung gestellt.</p> <p>Weiterführende Literaturhinweise in der Veranstaltung.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	30913Corporate Finance und Kapitalmärkte (PN 262230)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jährlich im Sommersemester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Entrop
Dozent(in) / Lecturer:	Entrop
Sprache / Language of instruction:	Deutsch/ German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / Focus area „A“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenzzeit + 90 Std. Eigenarbeit / 60 contact hours + 90 hrs individual study time
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Einführungsmodul in Finance
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Weiter Finance Module vom Vorteil
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master international economics and business
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Studierende erlangen vertiefte Kenntnisse der Unternehmensbewertung und lernen, die Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Methoden zu beurteilen. Sie verstehen den Einfluss verschiedener Wertdeterminanten auf die Aktienkursperformance von Unternehmen und können Methoden der externen Performancemessung anwenden, wobei sie eine risikoorientierte Sicht verinnerlichen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, kapitalmarktorientierte Methoden unternehmensintern zu Steuerung und Kapitalallokation einzusetzen und können die Möglichkeiten und Grenzen der Methoden beurteilen. Sie verstehen darüber hinaus die theoretischen Grundlagen der optimalen Risikopolitik von Unternehmen und sind in der Lage, konkrete Risikoreduktionsentscheidungen mit den entsprechenden Finanzinstrumenten umzusetzen.
Inhalt / Course content:	Fortgeschrittene Methoden der Unternehmensbewertung (APV-, Entity, Equity-Ansatz, autonome vs. wertorientierte Finanzierung, Renten-vs. 2-Phasen-Modell, Eigenkapitalkosten und Beta-Leverage, Kapitalstruktur, Steuern, Multiplikatorverfahren)Determinanten der Aktienkursperformance (Grundlegende Performancemaße, Mehrfaktorenmodelle, Size- und Value-Faktoren, weiterführende Faktoren wie Liquidität)Risikoorientierte Steuerungskonzepte bei Unternehmen (RORAC, RAROC, optimale Kapitalallokation bei

	verschiedenen Zielgrößen) Optimale Risikopolitik und Hedging (Grundlagen, Fremdwährungsrisiken, Hedging von Währungsrisiken, Risikopolitik bei vollkommenen Märkten, Risikopolitik und optimale Kapitalstruktur, empirische Evidenz: Unternehmenswert und Risikopolitik bei Währungsrisiken)
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Schriftliche Klausur am Ende des Semesters (Dauer 60 Minuten; 100% der Gesamtnote)
Medienformen / Media used:	Interaktiver Frontalunterricht Bearbeitung von Übungsaufgaben.
Literatur / Literature/reading list:	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Modulbezeichnung / Module title	33860 Marktforschung (PN 200514)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Totzek
Dozent(in) / Lecturer:	Totzek
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / Focus area „A“
Lehrform	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 30 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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Kenntnisse in „Marketing“ und in Modulen des Gebiets Methoden (z.B. „Multivariate Verfahren“) sind von Vorteil. Grundkenntnisse der Statistik werden nachdrücklich empfohlen.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden sollen am Ende der Veranstaltung für die Marketingforschung und -praxis zentrale fortgeschrittene Marktforschungsmethoden kennen, kritisch bewerten und anwenden können. Insbesondere sollen Studierende, die im Fach Marketing eine empirische Abschlussarbeit schreiben möchten, fundierte Kenntnisse hierzu erlangen. Im einzelnen sollen Studierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • einen Überblick über den Prozess der Marktforschung haben und in der Lage sein, kritisch über die zentralen Problemstellungen auf den einzelnen Prozessstufen zu reflektieren. • selbstständig eine Primär- oder Sekundärdatenerhebung planen und durchführen können. • Hypothesen zur Struktur von Daten sowie Hypothesen zu linearen und komplexen Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Variablen testen können. • selbstständig einfache und fortgeschrittene multivariate

	Analyseverfahren anwenden können.
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul behandelt insbesondere folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der Marktforschung für Marketingentscheidungen • Prozess der Marktforschung und Diskussion zentraler Problemstellungen • Konzeption und Durchführung von Befragungen, Experimenten und Studien auf Grundlage von Sekundärdaten • Grundlegende statistische Analyseverfahren • Messmodelle • Moderations- und Mediationseffekte • Fortgeschrittene statistische Analyseverfahren
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Written examination (60 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	Interaktiver Frontalunterricht.
Literatur / Literature/reading list:	<p>Basisliteratur:</p> <p>Herrmann, A., Homburg, Ch., Klarmann, M. (2008, Hrsg.), Handbuch Marktforschung, 3. Aufl., Wiesbaden.</p> <p>Homburg, Ch. (2015), Marketingmanagement, 5. erw. Aufl., Wiesbaden.</p> <p>Ausgewählte Aufsätze als Pflichtlektüre. Weitere Literaturhinweise werden zu Veranstaltungsbeginn gegeben.</p>

Modulbezeichnung / Module title	35550 Topics in Applied Econometrics (PN 271030)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Gewöhnlich im Wintersemester / usually in winter term
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform	2V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Recommended for 3 rd semester, following introductory Master courses in Statistics/Econometrics.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business
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	35610 Paneldatenanalyse (PN 261080)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester / every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform	2V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	<p>Für die Kursteilnahme wird die Kenntnis der Inhalte von „Methoden der Ökonometrie I“ oder eines äquivalenten (Master-)Kurses dringend empfohlen.</p> <p>Dies umfasst eine detaillierte Kenntnis des Multiplen linearen Regressionsmodells für Querschnitts- und Längsschnittdaten (OLS-Schätzung, Tests sowie entsprechende zugrundeliegende Annahmen, Projektionsmatrizen) sowie solide Kenntnisse im Umgang mit der Statistiksoftware R.</p> <p>Kenntnisse von Modellen für Zeitreihendaten sind hilfreich, werden jedoch nicht vorausgesetzt.</p>
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business, Master Wirtschaftsinformatik / Master business informatics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Ziel des Kurses ist, dass die Studierenden ein vertieftes Verständnis für die Anwendbarkeit verschiedener regressionsanalytischer Schätzverfahren im Paneldatenkontext erhalten. Das beinhaltet ein Verständnis für die Interpretation der Verfahren sowie die zugrundeliegenden Annahmen.
Inhalt / Course content:	<p>Zentraler Gegenstand ist die Schätzung von Regressionsmodellen für Paneldaten.</p> <p>Hierbei werden neben grundlegenden Schätzverfahren unter anderem die Fixed-Effects- und Random-Effects-Schätzung behandelt. Des Weiteren werden Test- und</p>

	Vorhersagenverfahren (Stichwort: Best linear unbiased prediction) für den Paneldatenkontext behandelt.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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:	<p>Basisliteratur (andere Auflagen dieser Bücher sind ebenfalls verwendbar):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wooldridge, J. (2013), Introductory Econometrics, 5A., South-Western. • Stock, J.H. und M.W. Watson (2007), Introduction to Econometrics, 2A., Pearson. • Greene, W.H. (2012), Econometric Analysis, 7A., Pearson. <p>Weiterführende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baltagi, B.H. (2013), Econometric Analysis of Panel Data, 5A., Wiley. • Wooldridge, J. (2002), Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, MIT Press. • Arellano, M. (2004), Panel Data Econometrics, Oxford University Press. • Angrist, J.D. und J.-S. Pischke (2009), Mostly Harmless Econometrics, Princeton University Press.

Modulbezeichnung / Module title	35621 Computational Statistics - Regression in R (PN 261170)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Gewöhnlich im Wintersemester / usually in winter term
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (block course)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform	2 SWS
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'.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business, Master Wirtschaftsinformatik / Master business informatics
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 in R (PN 261001)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Gewöhnlich im Sommersemester / usually in summer term
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (block course)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus / Dorner (KIT)
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform	2 SWS
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')
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business, Master Wirtschaftsinformatik / Master business informatics
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 /	Klausur (60 Minuten)

Assessment:	--- 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.• James, G., Witten, D., Hastie, T & Tibshirani, R. (2015), An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R, Springer.

Modulbezeichnung / Module title	35777 Methoden der Ökonometrie I (PN 261120) Econometric Methods
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Wintersemester / winter term
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (i.d.R. erste Semesterhälfte)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform	2V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Dringend empfohlen werden Kenntnisse der Matrixalgebra (Linearen Algebra) und der induktive Statistik, v.a. Regressions- und Testverfahren.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	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.
Inhalt / Course content:	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. • Tiefgehende Interpretationen der Kleinst-Quadrate (KQ) Methode und deren statistische Eigenschaften • exakte versus asymptotische Methoden • generalisierte KQ Verfahren • Modellvalidierung- und -spezifikationsverfahren

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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), Econometric Models, Techniques, and Applications, 2A., Prentice-Hall. • Davidson, R. & J.G. MacKinnon (2004), Econometric Theory and Methods, Oxford Univ. Press • Hansen, B. (2017), Econometrics, http://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/econometrics/ • Wooldridge, J. (2013), Introductory Econometrics, 5A., South-Western

Modulbezeichnung / Module title	35800 Methoden der Ökonometrie II (PN 271010)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Wintersemester / winter term
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (i.d.R. zweite Semesterhälfte)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Haupt / Schnurbus
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / Focus area “SS“
Lehrform	2V+2Ü
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:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Kenntnis und Verständnis von Regressionsanalysen (z.B. aus „Methoden der Ökonometrie I“) werden dringend empfohlen. Vorkenntnisse in Zeitreihenanalyse (z.B. aus Bachelorveranstaltungen) sind hilfreich, werden jedoch nicht vorausgesetzt.
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Business Administration, Master International Economics and Business
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Erlernen der Methoden und Interpretationsmöglichkeiten von Regressionsmodellen für Zeitreihendaten. Neben der Bedeutung unterschiedlicher zeitreihenspezifischer Annahmen, den Auswirkungen von Annahmeverletzungen sowie formalen Tests zur Überprüfung der Annahmen, erwerben die Studierenden ein Grundverständnis, wann komplexe(re) Schätz- und Testverfahren bei Zeitreihendaten einzusetzen sind.
Inhalt / Course content:	Kurs ist Basis der Masterausbildung im Bereich der Regressions- und Testverfahren für Zeitreihen. Themen sind u.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Kurze Wiederholung der Inhalte einer Einführung in die Regressions- und Zeitreihenanalyse. • konzeptionelle Besonderheiten bei der Regressionsanalyse mit Zeitreihendaten (Trend, Saison) und deren Auswirkungen • Stationarität, Nichtstationarität und statistische Konzepte

	<p>der Abhängigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autokorrelation und Heteroskedastie in Zeitreihenregressionen
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Written examination (60 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel / Blackboard</p> <p>Die Theorie wird auch anhand von Beispielen in der Statistiksoftware R illustriert.</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Neben den in der Veranstaltung genannten Quellen u.a.</p> <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 • Kirchgässner, G. J. Wolters & U. Hassler (2013), <i>Introduction to Modern Time Series Analysis</i>. 2A., Springer.

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
Dozent(in) / Lecturer:	Otto
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / Focus area “A”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 90 hrs independent study and exam preparations
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The main objective of the course is to impart insights into dynamic-programming-based approaches for complex 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. To round up the expertise acquired in this block course, the students are highly encouraged to practice the gained knowledge in writing a seminar or a master thesis on a related topic.
Inhalt / Course content:	Dynamic programming (basic concepts, sequential decision making under uncertainty, understanding the curse of dimensionality, stochastic and deterministic shortest paths algorithms);

	<p>Basics of neural networks architectures and training;</p> <p>Basics of simulation and stochastic iterative algorithms;</p> <p>Basics on approximate DP with cost-to-go function approximation (reinforcement learning);</p> <p>Case studies</p>
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: Massachusettts.</p> <p>Bertsekas, D. P. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific: Massachusettts.</p> <p>Bertsekas, D. P. Dynamic Programming and Optimal Control: Approximate Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachusettts.</p> <p>Bertsekas, D. P. Abstract Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachusettts.</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 Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Otto
Dozent(in) / Lecturer:	Otto
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / Focus area “A“
Lehrform	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>
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Informatik / Master Computer Science Master Artificial Intelligence Engineering
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

	<p>project in the final presentation.</p> <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>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<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>
Medienformen / Media used:	-
Literatur / Literature/reading list:	Recommended literature usually includes recent scientific articles as well as further scientific articles or books relevant for the studied topic.

Modulbezeichnung / Module title:	90596 FFA Aufbaustufenmodul 1 (PN 542001) (English Course 1)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sprachenzentrum
Dozent(in) / Lecturer:	Dozent/Dozentin des Sprachenzentrums
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „KCLT“ / Focus area “KCLT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2 SWS / Sprachübung
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz, 60 Std. Eigenarbeitszeit / 30 contact hours and 60 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Er/Sie versteht den wesentlichen Inhalt allgemeinsprachlicher und berufsbezogener Hörtexte mit Bezug zu Themen der Informatik, z.B. Reden, Vorträge und Vorlesungen.</p> <p>Er/Sie kann sich mündlich zu einer Vielfalt fachlicher Themen angemessen äußern und an entsprechenden Gesprächen aktiv beteiligen, wobei er/sie auch zu einem gewissen Grad komplexe Satzstrukturen und fachspezifisches Vokabular benutzt.</p> <p>Kompetenzerwerb: Die Studierenden verbessern ihr Englisch durch Konversation, Diskussionen und weitere Sprachübungen über studien- und berufsspezifische Themen, z.B. die Rolle des Internets in China oder den Einsatz von IT-Technologien in Studium und Berufsleben.</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden lernen, wie man eine gute Präsentation zusammenstellt und überzeugend vorträgt; durch Rollenspiele lernen sie, in wechselnden, auch interkulturellen Kontexten wirksam in der Fremdsprache zu kommunizieren, und durch die Arbeit mit Audio- und Videomaterialien erweitern sie ihr fachspezifisches Vokabular und verbessern ihr Hörverstehen.</p>

	Kompetenzen: soziale, analytische, sprachlich-kommunikative und interkulturelle Kompetenz.
Inhalt / Course content:	<p>Jeder/Jede Studierende hält eine fachbezogene Präsentation vor seinen/ihren Kommilitonen zum Thema des Tages (Länge 15-20 Min.).</p> <p>Jeder/e Studierende hält eine kleine Präsentation (Reportage) über neueste Entwicklungen im Bereich IT-/Computer-/Medien-Technologie (Länge 5-10 Min.).</p> <p>Fachbezogene Themengebiete werden in Kleingruppen diskutiert, wobei sowohl der Dozent/die Dozentin als auch Studierende die Rolle eines Moderators einnehmen können.</p> <p>Rollenspiele und Audio-/Videomaterialien werden eingesetzt, um das jeweilige Thema besser zu erklären und Diskussionen vorzubereiten und zu begleiten.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	45-minütige Klausur zum Hörverständnis und zur Sprechfertigkeit am Ende des Semesters
Medienformen / Media used:	Multimediaanwendungen, z.B. Internet, Video- und Audiomaterialien / multimedia applications, e.g., internet, video and audio materials
Literatur / Literature/reading list:	-

Modulbezeichnung / Module title:	90597 FFA Aufbaustufenmodul 2 (PN 448100) (English Course 2)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sprachenzentrum
Dozent(in) / Lecturer:	Dozent/Dozentin des Sprachenzentrums
Sprache / Language of instruction:	Englisch / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „KCLT“ / Focus area “KCLT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2 SWS / Sprachübung
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz, 60 Std. Eigenarbeitszeit / 30 contact hours and 60 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Er/Sie versteht den wesentlichen Inhalt allgemeinsprachlicher und berufsbezogener Hörtexte mit Bezug zu Themen der Informatik, z.B. Reden, Vorträge und Vorlesungen.</p> <p>Er/Sie kann sich mündlich zu einer Vielfalt fachlicher Themen angemessen äußern und an entsprechenden Gesprächen aktiv beteiligen, wobei er/sie auch zu einem gewissen Grad komplexe Satzstrukturen und fachspezifisches Vokabular benutzt.</p> <p>Kompetenzerwerb: Die Studierenden verbessern ihr Englisch durch Konversation, Diskussionen und weitere Sprachübungen über studien- und berufsspezifische Themen, z.B. die Rolle des Internets in China oder den Einsatz von IT-Technologien in Studium und Berufsleben.</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden lernen, wie man eine gute Präsentation zusammenstellt und überzeugend vorträgt; durch Rollenspiele lernen sie, in wechselnden, auch interkulturellen Kontexten wirksam in der Fremdsprache zu kommunizieren, und durch die Arbeit mit Audio- und Videomaterialien erweitern sie ihr fachspezifisches Vokabular und verbessern ihr Hörverstehen.</p> <p>Kompetenzen: soziale, analytische, sprachlich-kommunikative und</p>

	interkulturelle Kompetenz.
Inhalt / Course content:	<p>Jeder/Jede Studierende hält eine fachbezogene Präsentation vor seinen/ihren Kommilitonen zum Thema des Tages (Länge 15-20 Min.).</p> <p>Jeder/e Studierende hält eine kleine Präsentation (Reportage) über neueste Entwicklungen im Bereich IT-/Computer-/Medien-Technologie (Länge 5-10 Min.).</p> <p>Fachbezogene Themengebiete werden in Kleingruppen diskutiert, wobei sowohl der Dozent/die Dozentin als auch Studierende die Rolle eines Moderators einnehmen können.</p> <p>Rollenspiele und Audio-/Videomaterialien werden eingesetzt, um das jeweilige Thema besser zu erklären und Diskussionen vorzubereiten und zu begleiten.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>45-minütige Klausur zum Hörverständnis und zur Sprechfertigkeit am Ende des Semesters;</p> <p>mündliche Gruppenprüfung mit insgesamt max. 3 Kandidaten bzw. Kandidatinnen (ca. 15. Min. je Kandidat bzw. Kandidatin)</p>
Medienformen / Media used:	Multimediaanwendungen, z.B. Internet, Video- und Audiomaterialien / multimedia applications, e.g., internet, video and audio materials
Literatur / Literature/reading list:	-

Modulbezeichnung / Module title:	Praktikum / Occupational Internship (PN 407680)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser (Studiengangverantwortlicher / Programme convenor)
Dozent(in) / Lecturer:	Alle Dozenten des Studiengangs / All lecturers of the programme
Sprache / Language of instruction:	Deutsch (oder Englisch) / German (or English)
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „KCLT“ / Focus area “KCLT“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	Praktikum / internship
Arbeitsaufwand / Workload:	Mindestens 6 Wochen in Vollzeit (40h/Woche) = 240 Stunden, davon mindestens 50% (120 Stunden) studiumsrelevante Inhalte
ECTS Leistungspunkte / credits:	4 (ab SS 2017)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine / None
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse: Die Studierenden lernen unter der wissenschaftlichen Betreuung durch einen Hochschullehrer oder eine Hochschullehrerin den beruflichen Alltag in einem typischen Berufsfeld ihres Studienfachs kennen und erwerben Kenntnisse über die Tätigkeiten und Anforderungen. Darüber hinaus sollen auch betriebliche Zusammenhänge und Aspekte von Mitarbeiterführung und Management kennen gelernt werden.</p> <p>Fähigkeiten: Die Studierenden können im beruflichen Umfeld die im Studium erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen anwenden.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Kompetenz, im beruflichen Umfeld zielgerichtet und im Team tätig zu sein. Sie kennen den Unterschied zwischen Studium und Praxis.</p>
Inhalt / Course content:	Eine Praktikumsstätigkeit in einem Wirtschaftsunternehmen, einer außeruniversitären öffentlichen Verwaltungseinrichtung oder einer gemeinnützigen Organisation, die in einem engen Bezug zum späteren Berufsfeld und den Tätigkeitsanforderungen für Absolventen des Studiengangs steht.

	<p>Das Praktikum wird gemäß den folgenden Richtlinien durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Praktikum umfasst mindestens 240 Stunden (= mind. 6 Wochen in Vollzeitarbeit), längere Praktika sind möglich, die Mehrzeit wird aber nicht als Studienleistung angerechnet. • Für Praktika eignen sich alle Betriebe und Einrichtungen im Bereich zukünftiger Berufsfelder für Absolventen des jeweiligen Studiengangs, sowie Tätigkeiten, bei denen die Anwendung von im Studium zu erwerbenden Kompetenzen auf Hochschulniveau nötig ist. Grundsätzlich nicht anerkannt werden Praktika, bei denen Tätigkeiten ausgeübt wurden, in denen Kompetenzen des Studiengangs keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt, etwa reine Büro- oder Verwaltungstätigkeiten. • Das Praktikum wird von einem Hochschullehrer oder einer Hochschullehrerin des entsprechenden Fachbereichs wissenschaftlich betreut, der als Prüfer oder die als Prüferin im Studiengang bestellt ist. • Die Studierenden suchen für sie geeignete Praktika und beteiligen sich an der Organisation des Praktikums. Der betreuende Hochschullehrer oder die betreuende Hochschullehrerin kann die Studierenden bei der Suche unterstützen und berät gegebenenfalls die Studierenden fachlich während der Durchführung des Praktikums. • Ein Praktikum kann entweder in einem Block oder in mehreren Abschnitten durchgeführt werden. Jeder Abschnitt des Praktikums ist dem oder der Modulverantwortlichen zur Kenntnis zu bringen. Die Information des oder der Modulverantwortlichen soll rechtzeitig schriftlich unter Angabe des Betreuers oder der Betreuerin, des Betriebs sowie der Art und Dauer der vorgesehenen Tätigkeit erfolgen. <p>Spätestens zwei Monate nach Abschluss des Praktikums sind dem betreuenden Hochschullehrer oder der betreuenden Hochschullehrerin qualifizierende Zeugnisse über die Tätigkeit und ein Praktikumsbericht vorzulegen. Der betreuende Hochschullehrer oder die betreuende Hochschullehrerin beurteilt unter Verwendung dieser Unterlagen und eines Prüfungsgesprächs die erfolgreiche Durchführung des Praktikums.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Praktikumsbericht und Prüfungsgespräch (ca. 20 min), unbenotet
Literatur / Literature/reading list:	
Sonstiges / miscellaneous:	<p>Formular zum Antrag auf Anerkennung / acceptance form Organisatorische Richtlinien für die Annahme, Betreuung und Abnahme von Praktika / Organisational guidelines</p>

Modulbezeichnung / Module title:	Seminar 1 zu Mathematik (PN 481001) Seminar 2 zu Mathematik (PN 481002) (Geeignete Seminare werden zu Beginn des Semesters durch Aushang sowie auf der Webseite der Fakultät bekannt gegeben) - - - Suitable seminars will be announced at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser (Studiengangsverantwortlicher / Programme convenor)
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	Pflichtmodul / Compulsory module
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std Präsenz und 120 Std. Vor- und Nachbereitung / 30 contact hours and 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
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden lernen, sich selbstständig in das gestellte Seminarthema einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren. Kompetenzen / Competencies: Selbstständige 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

	<p>wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation</p> <p>- - -</p> <p>Elaboration of the set topic based on scientific literature, and presentation of the same</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (max. 10 Seiten) und deren Präsentation (approx. 45 bis 90 Minuten). 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>- - -</p> <p>Evaluation of written work (up to 10 pages) and presentation (approx.. 45 up to 90 minutes). In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both.</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Wird vom Dozenten bekanntgegeben /Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<p>Seminar in AGC (PN 482110)</p> <p>Seminar in MLDM (PN 482210)</p> <p>Seminar in ANAT (PN 482310)</p> <p>Seminar in DSO (PN 482410)</p> <p>Seminar in SS (PN 482510)</p> <p>(Geeignete Seminare werden zu Beginn des Semesters durch Aushang sowie auf der Webseite der Fakultät bekannt gegeben)</p> <p>- - -</p> <p>Suitable seminars will be announced at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website</p>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	In der Regel jedes Semester / usually every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser (Studiengangsverantwortlicher / Programme convenor)
Dozent(in) / Lecturer:	Alle Dozenten der jeweiligen Modulgruppe / All lecturers of the focus area
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	<p>Seminar in AGC: Modulgruppe „AGC“ / focus area “AGC“</p> <p>Seminar in MLDM: Modulgruppe „MLDM“ / focus area “MLDM“</p> <p>Seminar in ANAT: Modulgruppe „ANAT“ / focus area “ANAT“</p> <p>Seminar in DSO: Modulgruppe „DSO“ / focus area “DSO“</p> <p>Seminar in SS: Modulgruppe „SS“ / focus area “SS“</p>
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std Präsenz und 120 Std. Vor- und Nachbereitung / 30 contact hours and 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
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden lernen, sich selbstständig in das gestellte Seminarthema, ein aktuelles Forschungsthema aus dem jeweiligen Schwerpunkt, einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren.
Kompetenzen / Competencies:	Selbstständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und

	<p>Präsentationskompetenz</p> <p>- - -</p> <p>The students learn how to independently acquire a research topic in the focus area and to professionally prepare and present a lecture.</p> <p>Competencies: developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence</p>
Inhalt / Course content:	<p>Erarbeitung des gestellten Themas aus dem jeweiligen Schwerpunkt anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation</p> <p>- - -</p> <p>Elaboration of the set topic (in the respective focus area) based on scientific literature, and its presentation</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (max. 10 Seiten) und deren Präsentation (ca. 45 bis 90 Minuten). Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz sowie jeweils die fachliche Durchdringung des Themas 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>- - -</p> <p>Evaluation of written work (up to 10 pages) and presentation (approx. 45 up to 90 minutes). In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both. The precise requirements on written and oral presentation will be announced at the beginning of the class.</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekanntgegeben / Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	Präsentation der Masterarbeit Mathematik (PN 488999) Presentation of master's thesis
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser (Studiengangsverantwortlicher / Programme convenor)
Dozent(in) / Lecturer:	alle Dozenten / all lecturers
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Pflichtmodul / Compulsory module
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	-
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Vortragserstellung und Prüfungsvorbereitung sowie Abhaltung des Vortrags / 90 hrs creating a presentation 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 (45 bis 90 Minuten); die genaue Prüfungsdauer wird vom Prüfer bzw. der Prüferin vorher bekannt gegeben - - - Presentation (approx. 45 up to 90 minutes); the precise mode of assessment will be announced by the examiner beforehand.
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:	Masterarbeit Mathematik Master's thesis in mathematics (PN 489900)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser (Studiengangsverantwortlicher / Programme convenor)
Dozent(in) / Lecturer:	Erstbetreuer der Masterarbeit (durch den Prüfungsausschuss bestellter 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	Pflichtmodul / Compulsory module
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 para. 1 AStuPO
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Die Veranstaltungen im Master-Studiengang bis einschließlich des dritten Semesters. / All courses of the master programme up to the third semester.
Angestrebte Lernergebnisse /	Inhalt / Contents:

Learning outcomes:	<p>Selbstständiges Einarbeiten und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines für die Mathematik relevanten Themas. Die Studierenden verwenden fachlich etablierte Methoden oder passen bestehende Ansätze an, wobei sie sich an die akademischen Standards der Mathematik halten. / 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 in Mathematics.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Der bzw. die Studierende kann die wissenschaftlichen Methoden der Themenschwerpunkte des Studiengangs und die grundlegenden Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens, insb. der Literaturrecherche, anwenden, um ein vorgegebenes Thema eigenständig zu bearbeiten. / The students are able to use the scientific methods of the focus areas of the programme and to use the basic techniques of scientific research, in particular, literature review, to work independently on a given subject.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Der bzw. die Studierende besitzt die Kompetenz, ein Problem aus den Themenschwerpunkten des Studiengangs innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten 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 and to write down and evaluate the results in an adequate scientific way.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Wird vom Dozenten/der Dozentin bekanntgegeben / Will be announced by the lecturer</p> <p>Die Inhalte werden in Abhängigkeit von der konkreten Themenstellung ausgewählt und bekanntgegeben. / 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>---</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:	Abhängig von der konkreten Themenstellung / dependent on the specific topic
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten/der Dozentin bekanntgegeben / Will be announced by the lecturer</p> <p>Die Literatur wird in Abhängigkeit von der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben. / A reading list will be selected and announced dependent on the specific assignment.</p>