

# Modulhandbuch für den Masterstudiengang Computational Mathematics

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

*(Prüfungsordnung PO20181)*

*(Examination regulations PO20181)*

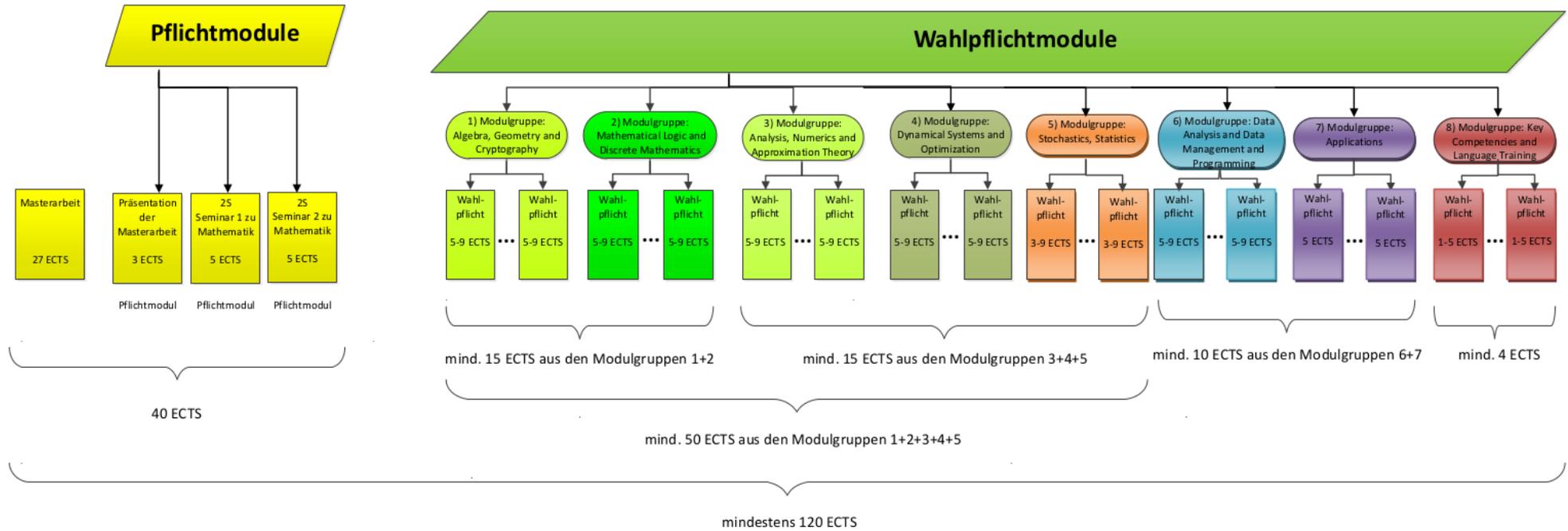
**Inklusive der Beschlüsse des Prüfungsausschusses der Fakultät für Informatik und  
Mathematik der Universität Passau am 06.12.2018**

**Contains all decisions of the board of examiners of the Faculty of Computer Science and  
Mathematics of the University of Passau taken up to 06 December 2018**

Stand: 31.01.2019

Last revised: 31 January 2019

Bauplan Master Computational Mathematics – Prüfungsordnung PO20181



## 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
<a href="#">Cryptography</a>	482101	4V+2Ü	9	Kreuzer, Zumbrägel, Sauer	Englisch
<a href="#">Cryptanalysis</a>	482102	4V+2Ü	9	Zumbrägel	Englisch
<a href="#">Real Algebra</a>	482103	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
<a href="#">Real Algebraic Geometry</a>	482104	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
<a href="#">Computational Algebraic Geometry</a>	405154	4V+2Ü	9	Kreuzer	Englisch
<a href="#">Computer Algebra</a>	455358	4V+2Ü	9	Kreuzer	Englisch
<a href="#">Rings and Modules</a>	NEU	4V+2Ü	9	Zumbrägel	Englisch
<a href="#">Seminar in AGC</a>	482110	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch
<b>Summe Modulgruppe „Algebra, Geometry and Cryptography“</b>			68		

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

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Coding Theory</a>	463030	3V+2Ü	7	Kreuzer	Englisch
<a href="#">Model Theory</a>	482201	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
<a href="#">Recursion Theory</a>	482202	2V+2Ü	6	Kaiser	Englisch
<a href="#">Proof Theory</a>	482203	2V+2Ü	6	Kaiser	Englisch
<a href="#">Mathematical Logic</a>	412501	4V+2Ü	9	Kaiser	Englisch
<a href="#">Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen</a>	455344	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch
<a href="#">Algorithmen zur Visualisierung von Graphen</a>	455352	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch
<a href="#">Seminar in MLDM</a>	482210	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch
<b>Summe Modulgruppe „Mathematical Logic and Discrete Mathematics“</b>			52		

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

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Constructive Approximation</a>	405244	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
<a href="#">Learning Theory</a>	405224	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
<a href="#">Approximation Theory</a>	451403	2V+2Ü	6	Forster-Heinlein	Englisch
<a href="#">Fourier and Laplace Transforms</a>	451405	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Englisch
<a href="#">Operator Theory</a>	401403	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Englisch
<a href="#">Distributionentheorie</a>	455360	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Deutsch oder

					Englisch
<a href="#">Continued Fractions</a>	455354	2V+2Ü	6	Sauer	Englisch
<a href="#">Geometric Modeling Project</a>	455355	4V+2P	9	Sauer	Englisch
<a href="#">Ideals in Numerical Applications</a>	NEU	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
<a href="#">Seminar in ANAT</a>	402310	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch
<b>Summe Modulgruppe „Analysis, Numerics and Approximation Theory“</b>			80		

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

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Networked Control Systems</a>	405234	2V+2Ü	6	Wirth	Englisch
<a href="#">Mathematical Systems Theory</a>	405232	4V+2Ü	9	Wirth	Englisch
<a href="#">Partial Differential Equations</a>	405167	2V+2Ü	6	Wirth	Englisch
<a href="#">Semigroup Theory</a>	405213	3V+2Ü	7	Wirth	Englisch
<a href="#">Control and Robotics</a>	405399	1V+1P+2Ü	7	Wirth	Englisch
<a href="#">Seminar in DSO</a>	482410	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch
<b>Summe Modulgruppe „Dynamical Systems and Optimization“</b>			40		

### Modulgruppe „Stochastics, Statistics“ (SS, PN 482500)

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Stochastic Partial Differential Equations</a>	405245	4V	7	Müller-Gronbach	Englisch
<a href="#">Computational Stochastic Processes</a>	451402	2V+2Ü	6	Müller-Gronbach	Englisch
<a href="#">Paneldatenanalyse</a>	261080	2V+2Ü	5	Haupt	Deutsch
<a href="#">Methoden der Ökonometrie I</a>	261120	2V+2Ü	5	Haupt	Deutsch
<a href="#">Methoden der Ökonometrie II</a>	271010	2V+2Ü	5	Haupt	Deutsch
<a href="#">Topics in Applied Econometrics</a>	271030	2V+2Ü	5	Haupt	Englisch
<a href="#">Stochastic Analysis</a>	405214	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	Englisch
<a href="#">Numerical methods for stochastic partial differential equations I</a>	451002	2V	4	Müller-Gronbach	Englisch
<a href="#">Numerical methods for stochastic partial differential equations II</a>	451003	2V	4	Müller-Gronbach	Englisch
<a href="#">Computational Statistics – Regression in R</a>	261170	2V	3	Haupt	Englisch
<a href="#">Computational Statistics – Statistical Learning in R</a>	261090	2V	3	Haupt	Englisch
<a href="#">Seminar in SS</a>	482510	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppe	Englisch
<b>Summe Modulgruppe „Stochastics, Statistics“</b>			61		

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

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Multimedia Databases</a>	405031	3V+2Ü	7	Kosch	Englisch
<a href="#">Network Science</a>	482601	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
<a href="#">Visual Analytics</a>	482602	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
<a href="#">Text Mining</a>	405024	3V+2Ü	7	Lst. für Digital Lib.	Englisch
<a href="#">Text Mining Project</a>	405025	3V+3Ü	8	Lst. für Digital Lib.	Englisch
<a href="#">Advanced Topics in Data Science</a>	482603	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
<a href="#">Data Science Lab</a>	482604	4Ü	6	Granitzer	Englisch
<a href="#">Implementierung von Datenbanksystemen</a>	405069	3V+2Ü	7	Kosch	Deutsch
<a href="#">Autonomous Learning</a>	455353	2V+2Ü	6	Lst. für Int. Systems	Englisch
<b>Summe Modulgruppe „Data Analysis and Data Management and Programming“</b>			56		

**Modulgruppe „Applications“ (A, PN 482700)**

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Computational Economics</a>	283002	2V+2Ü	5	Krämer	Deutsch oder Englisch
<a href="#">Quantitative Methoden in Finance</a>	261070	2V+2Ü	5	Entrop	Deutsch
<a href="#">Financial Engineering and Structured Finance</a>	262200	2V+2Ü	5	Entrop	Deutsch
<a href="#">Marktforschung</a>	200514	2V+2Ü	5	Totzek	Deutsch
<b>Summe Modulgruppe „Applications“</b>			20		

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

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

Für weitere anrechenbare Schlüsselqualifikationen siehe / For more key competencies for Mathematics see [www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/](http://www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/)

## Pflichtmodule

Name des Moduls	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart und SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Seminar 1 zu Mathematik</a>	481001	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppen AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS	Englisch
<a href="#">Seminar 2 zu Mathematik</a>	481002	2S	5	Alle Dozenten der Modulgruppen AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS	Englisch
<a href="#">Präsentation der Masterarbeit</a>	488999	1Pr	3	alle	Englisch
<a href="#">Masterarbeit</a>	489999	-	27	Alle Dozenten der FIM in den Modulgruppen AGC, MLMD, ANAT, DSO, SS	Deutsch oder Englisch
<b>Summe Pflichtmodule</b>			<b>40</b>		

### 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/](http://www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/)

For reference tables see

[www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers/](http://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:	9
5312 Information Retrieval und Natural Language Processing (PN 405375)	10
5363 Complex Systems Engineering (PN 445020)	12
5610 Praktische Parallelprogrammierung (PN 405281) Practical Parallel Programming	14
5710 Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen (PN 455344) Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs	16
5712 Algorithmen zur Visualisierung von Graphen (PN 455352) Algorithms for Graph Visualization	18
5730 Optimierung (PN 405205) Optimization	21
5732 Ideals in Numerical Applications (PN NEU)	23
5734 Learning Theory (PN 405224)	25
5736 Continued Fractions (Kettenbrüche) (PN 455354)	27
XXXX Geometric Modeling Project (PN 455355)	29
5739 Geometric Modelling (PN 405164)	31
5753 Distributionentheorie (PN 455360) Generalized Function Theory	33
5754 Constructive Approximation (PN 405244)	35
xxxx Approximationstheorie (PN 451403) Approximation Theory	37
5757 Fourier- und Laplace-Transformation (PN 451405) Fourier and Laplace transforms	39
5771 Multimedia-Datenbanken (PN 405031) Multimedia Databases	41
5773 Implementierung von Datenbanksystemen (PN 405069) Implementation of Database Systems	44
5781 Algorithmische Algebraische Geometrie (PN 405154) Computational Algebraic Geometry	47
5780 Computeralgebra (PN 455358) Computer Algebra	49
5782 Kryptographie (PN 401816) Cryptography	51
5784 Codierungstheorie (PN 463030) Coding Theory	53
5804 Scientific Methods and Technical Writing (PN 479810)	55
5815 Computational Stochastic Processes (PN 451402)	57
5816 Stochastische Differentialgleichungen (PN 405163) Stochastic Differential Equations	59
5818 Stochastische Analysis (PN 405214) Stochastic Analysis	61
5831 Kryptoanalyse (PN 482102) Cryptanalysis	63
5835 Ringe und Moduln (PN xxxxxx) Rings and Modules	65
5861 Mathematische Logik (PN 412501) Mathematical Logic	67
xxxx Real Algebra (PN 482103)	69
xxxx Real Algebraic Geometry (PN 482104)	71
6023 Model Theory (PN 482201)	73
xxxx Recursion Theory (PN 482202)	75
xxxx Proof Theory (PN 482203)	76
5873 Operatortheorie (PN 401403) Operator Theory	77
5942 Network Science (PN 482601)	79
5944 Data Science Lab (PN 482604)	81
5946 Visual Analytics (PN 482602)	83

5945 Advanced Topics in Data Science (PN 482603)	86
5956 Autonomous Learning (PN 455353)	88
5960 Partielle Differentialgleichungen (PN 405167) Partial Differential Equations	90
5961 Halbgruppentheorie (PN 405213) Semigroup Theory	92
5963 Mathematische Systemtheorie (PN 405232) Mathematical Systems Theory	94
5968 Regelung und Robotik (PN 405399) Control and Robotics	96
xxxx Vernetzte Dynamische Systeme (PN 405234) Networked Control Systems	98
5980 Text Mining (PN 405024)	100
5981 Text Mining Project (PN 405025)	102
5992 Stochastische partielle Differentialgleichungen (PN 405245) Stochastic Partial Differential Equations	105
5993 Numerical methods for stochastic partial differential equations I (PN 451002)	107
5998 Numerical methods for stochastic partial differential equations II (PN xxxxxx)	109
30900 Financial Engineering and Structured Finance (PN 262200)	111
30902 Quantitative Methoden in Finance (PN 261070)	113
33860 Marktforschung (PN 200514)	115
35610 Paneldatenanalyse (PN 261080)	117
35550 Topics in Applied Econometrics (PN 271030)	119
35621 Computational Statistics – Regression in R (PN 261170)	120
35622 Computational Statistics – Statistical Learning in R (PN 261090)	122
35777 Methoden der Ökonometrie I (PN 261120)	124
35800 Methoden der Ökonometrie II (PN 271010)	126
39608 Computational Economics (PN 283002)	128
90596 FFA Aufbaustufenmodul 1 (PN 542001) (English Course 1)	130
90597 FFA Aufbaustufenmodul 2 (PN 448100) (English Course 2)	132
Praktikum (PN 407680) Occupational Internship	134
Seminar 1 zu Mathematik (PN 481001)	136
Seminar 2 zu Mathematik (PN 481002)	136
Seminar in AGC (PN 482110)	138
Seminar in MLDM (PN 482210)	138
Seminar in ANAT (PN 402310)	138
Seminar in DSO (PN 482410)	138
Seminar in SS (PN 482510)	138
Präsentation der Masterarbeit Mathematik Presentation of master's thesis	140
Masterarbeit Mathematik Master's thesis in mathematics	141

**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/](http://www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/)

For reference tables see

[www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers/](http://www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers/)

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5312</b> <b>Information Retrieval und Natural Language Processing</b> <b>(PN 405375)</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester / every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Lehrstuhl für Digital Libraries and Web Information Systems
Dozent(in) / Lecturer:	Lehrstuhl für Digital Libraries and Web Information Systems
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „DADMP“ / focus area “DADMP“
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 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Grundlagen textbasierter Information-Retrieval-Systeme; effiziente Textindizierung; Boolean und Vektorraum-Retrieval-Modelle; Bewertungs- und Schnittstellenprobleme; Websuche einschließlich Crawling, linkbasierter Algorithmen und Web-Metadaten, Clustering, Klassifikation und Text Mining.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Teilnehmer der Lehrveranstaltung sollen in die Lage versetzt werden, kleinere Retrievalanwendungen zu programmieren. Sie verstehen Theorien, Modelle und Methoden des Information Retrieval und können diese praktisch einsetzen.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Information Retrieval ist die Wissenschaft, Technik und Anwendung des Suchens und Findens von Informationen. Teilgebiete sind die Informationslinguistik (Natural Language Processing), klassische Retrievalmodelle (Boolesches Retrieval, Textstatistik, Vektorraummodell, probabilistisches Modell) sowie Ansätze des Web Information Retrieval. Die folgenden Inhalte werden geboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textpräprozessierung</li> <li>• Invertierte Indexe</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• IR-Modell (z.B. Vektorraum-basiertes IR)</li><li>• Sprachmodelle</li><li>• Linkanalyse</li><li>• Clustering und Klassifikation</li><li>• Informationsextraktion</li></ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur - - - 90-minute written examination
Medienformen / Media used:	Beamer, Tafel / Projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Christopher Manning und Hinrich Schütze. Foundations of Statistical Natural Language Processing Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, Introduction to Information Retrieval Eigenes Skriptum

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5363</b> <b>Complex Systems Engineering</b> (PN 445020)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester / every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Lehrstuhl für Intelligent Systems
Dozent(in) / Lecturer:	Lehrstuhl für Intelligent Systems
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 + 60 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung / 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> Die Studierenden kennen Instanzen von komplexen Systemen, die mit dem Instrumentarium einer einzelnen Disziplin nicht adäquat behandelt werden können. Sie lernen aktuelle Ansätze, um die Komplexität zu beherrschen und solche Systeme dennoch entwerfen und analysieren zu können.</p> <p><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> Die Studierenden können die Komplexität von Anwendungen erkennen und systematisiert einordnen. Sie können komplexe Systeme formal beschreiben und prinzipielle Anwendbarkeit von gängigen Entwurfsmethoden bewerten.</p> <p><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Die Studierenden sind in der Lage, mit aktuellen Entwurfs- und Analysemethoden komplexe Systeme zu behandeln. Sie können für Teilaspekte solcher Systeme geeignete Entwurfsabläufe identifizieren und prinzipiell anwenden. Sie können Eigenschaften wie Emergenz oder Phasenübergänge beschreiben und sich durch geeignete Entwurfsprinzipien zu Nutze machen.</p>
Inhalt / Course content:	Beispiele von komplexen Systemen Beschreibungssprachen und –formalismen Methoden zur Analyse, Entwurf und Implementierung von

	<p>komplexen Systemen</p> <p>Theorie komplexer verteilter Systeme</p> <p>Selbstorganisation, selbstadaptive Systeme, Phasenübergänge, Emergenz</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>- - -</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>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Beamer, Tafel / Projector, blackboard</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Wird vom Dozenten/ von der Dozentin bekannt gegeben</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5610</b> <b>Praktische Parallelprogrammierung</b> (PN 405281) <b>Practical Parallel Programming</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester / every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Apel
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Apel
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 + 50 Std. Übungsaufgaben + 85 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung / 75 contact hours + 50 hrs exercises + 85 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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. / Students will learn several parallel architectures and a number of different approaches to parallel programming know. You will be able to choose the appropriate programming approach for the problem and parallel platform and apply.</p> <p><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> Die Studierenden beherrschen die Konzepte der Parallelisierung konkreter Anwenderprobleme und können diese für eine ausgewählte Programmiersprache umsetzen. / Students master the concepts of parallelization of specific user problems and implement them for a selected programming language.</p> <p><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Absolventen der Veranstaltung sind sich der Vielfalt paralleler Architekturen und Programmierungsansätze bewusst. Sie kennen die erhöhten Anforderungen an die Korrektheit von parallelen Programmen, verglichen mit sequenziellen</p>

	<p>Programmen, und würdigen auch den Stellenwert der höheren Performanz paralleler Programme gegenüber äquivalenten sequenziellen Lösungen. / Graduates of the event of diversity of parallel architectures and programming approaches are aware. You know the increased demands on the correctness of parallel programs, compared with sequential programs, and also appreciate the importance of the higher performance of parallel programs with respect to equivalent sequential solutions.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Es werden etwa ein halbes Dutzend verschiedene Paradigmen zur Parallelprogrammierung vorgestellt. Beispiele sind MPI, OpenMP, BSP, High-Performance Fortran und Java. Mindestens drei werden in Programmierprojekten vertieft. Es werden grundlegende Größen und Gesetze paralleler Berechnungen vorgestellt und theoretische Grundkenntnisse in der Spezifikation und Analyse von parallelen Abläufen vermittelt. Die Vor- und Nachteile verschiedener Vernetzungsmuster werden angesprochen. / It will present about a half dozen different paradigms for parallel programming. Examples include MPI, OpenMP, BSP, High-Performance Fortran and Java. At least three 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. / Implementations (source code) for several programming projects, each with about 2 to 3 weeks Processing time.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Tafel, Overheadprojektor / Projector, blackboard, overhead projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Foliensätze, Buchauszüge, Forschungspapiere  Ian Foster <a href="http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/">http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/</a>: Designing and Building Parallel Programs. Addison-Wesley, 1994.  Michael J. Quinn <a href="http://www.cs.orst.edu/~quinn/">http://www.cs.orst.edu/~quinn/</a>: Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. McGraw-Hill, 2004.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5710</b> <b>Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen</b> <b>(PN 455344)</b> <b>Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Algorithmen und Datenstrukturen / Algorithms and Data Structures
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Die Studierenden besitzen die Kompetenz in angewandten Fragestellungen Teilprobleme zu identifizieren, die sich mittels dieser Graphklassen ausdrücken lassen, sowie neue</p>

	<p>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>
Inhalt / Course content:	<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. 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>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten)</p> <p>- - -</p> <p>Oral exam of about 30 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>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:	<b>5712</b> <b>Algorithmen zur Visualisierung von Graphen (PN 455352)</b> <b>Algorithms for Graph Visualization</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester / every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Algorithmen und Datenstrukturen / Algorithms and Data Structures
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 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,</p>

	<p>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:	Präsentation mit Tafel und Beamer / Presentation with a projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben / 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</p>

	and Models, Springer LNCS 2025, 2001.
--	---------------------------------------

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5730</b> <b>Optimierung</b> <b>Optimization</b> (PN 405205)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Sauer
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:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs / 90 contact hours + 60 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II oder äquivalent / Analysis I & II, Linear Algebra I & II or equivalent
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der Optimierung sowie die theoretischen Grundlagen der Algorithmen. / The students will know the basic issues and methods of optimization as well as the theoretical foundations of algorithms.</p> <p><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> Die Studierenden können Optimierungsprobleme modellieren und geeignete Lösungsverfahren auswählen oder selbst implementieren. Darüber hinaus können Sie die Probleme so umformulieren, dass sie in von Softwareprogrammen gelöst werden können. / Students can model optimization problems and select appropriate solution methods or implement them. In addition, they can reformulate the problem so that they can be solved in software programs.</p> <p><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Die Studierenden haben die Kompetenz, Optimierungsprobleme zu modellieren, zu bewerten und mit Rechnerunterstützung zu lösen. / The students have to evaluate the competence to model optimization problems, and solve with computer assistance.</p>
Inhalt / Course content:	Grundsätzliche Optimierungsfragen, Lineare Optimierung, Spieltheorie, Nichtlineare Optimierung, Penalierungs-

	<p>methoden, Trust-Region-Methoden.</p> <p>- - -</p> <p>Basic optimization questions, linear optimization, game theory, nonlinear optimization, finalization methods, trust region methods.</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>- - -</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 / Presentation on projector
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekannt gegeben / Announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5732</b> <b>Ideals in Numerical Applications</b> (PN NEU)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II oder äquivalent, Grundlagen Algebra / Analysis I & II, Linear Algebra I & II or equivalent, basics of Algebra
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"> <li>Cohen, A. M., Cuypers, H., Sterk, M., editors (1999). Some</li> </ul>

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5734</b> <b>Learning Theory</b> (PN 405224)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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:	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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis II, Numerik, Stochastik / Analysis II, Numerics, Stochastics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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><b>Kompetenzen / Competencies:</b> 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"> <li>• Entscheidungsprobleme</li> <li>• Klassifizierungsproblem</li> </ul> <p>Verfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronale Netzwerke</li> <li>• Support Vector Machines</li> </ul>

	<p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der nichtlinearen Optimierung</li> <li>• Numerische Fragestellungen</li> <li>• Approximationstheoretische Methoden</li> <li>• Bezüge zur Statistik</li> <li>• Reproduzierende Kerne</li> </ul> <p>---</p> <p>Basic problems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decision problems</li> <li>• Classification problems</li> </ul> <p>Methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Artificial) neural networks</li> <li>• Support Vector Machines</li> </ul> <p>Basics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to nonlinear optimization</li> <li>• Numerical problems</li> <li>• Methods from approximation theory</li> <li>• Connections with statistics</li> <li>• Reproducing Kernels</li> </ul>
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"> <li>• C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning</li> <li>• B. Schölkopf, A. Smola, Learning with Kernels</li> <li>• T. Hastie, R. Tibshirami, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning</li> <li>• F. Cucker, D.X. Zhou, Learning Theory</li> <li>• Skriptum zur Vorlesung vollständig ausgearbeitet und gedruckt / Lecture Notes</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5736</b> <b>Continued Fractions (Kettenbrüche)</b> (PN 455354)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II, Numerische Mathematik / Analysis I/II, Linear Algebra I/II, Numerics
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:	90minütige Abschlussklausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung (wird am Anfang der Veranstaltung mitgeteilt) - - - 90-minute written examination or 20-minute oral examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard 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:	<b>XXXX</b> <b>Geometric Modeling Project</b> (PN 455355)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II oder äquivalent / Analysis I & II, Linear Algebra I & II or equivalent
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:	<p>Differentialgeometrische Eigenschaften von Kurven und Flächen, Kurvenprimitive im CAD: Polynome, Splines, rationale Kurven. Methoden zur Flächengenerierung: Blending, Tensorprodukt. Untersuchung von geometrischen Differenzierbarkeitseigenschaften.</p> <p>---</p> <p>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</p>

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:	<b>5739</b> <b>Geometric Modelling</b> (PN 405164)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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:	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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II oder äquivalent / Analysis I+II, Linear Algebra I+II or equivalent
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der mathematischen Grundlagen von CAD- und CAM-Systemen, sowie die in diesen Systemen verwendeten geometrischen Objekte.</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.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Die Studierenden haben die Kompetenz, die Funktionsweise von CAD-Systemen zu verstehen, geeignete Kurven- und Flächentypen für Modellierungsprobleme auszuwählen, zu manipulieren und theoretisch zu untersuchen.</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
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.

	--- 90-minute written examination or 20-minute oral examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard and faculty website at the start of the semester)
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer / projector presentation
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekannt gegeben / Announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5753</b> <b>Distributionentheorie</b> <b>Generalized Function Theory</b> (PN 455360)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II oder äquivalent / Analysis I+II, Linear Algebra I+II or equivalent
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Distributionen-Theorie.</p> <p><b>Fähigkeiten:</b> Die Studierenden können Beweistechniken der Distributionentheorie nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis eigene Beweise entwickeln.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> 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"> <li>• Lokalkonvexe topologische Räume, Raum der Testfunktionen, Raum der Distributionen</li> <li>• Charakterisierung von Distributionen, Konvergenz, lokales Verhalten</li> <li>• Cauchy-Hauptwert</li> <li>• Integration von Distributionen und Anwendung auf gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Faltung von Distributionen</li> <li>• Fourier-Transformation, Schwartz-Raum und temperierte</li> </ul>

	<p>Distributionen</p> <p>---</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Locally convex topological vector spaces, Test function space, space of generalized functions</li> <li>• Characterizations of generalized functions, convergence, local behavior</li> <li>• Cauchy principal value</li> <li>• Integration of generalized functions and application to ordinary differential equations</li> <li>• Convolution of generalized functions</li> <li>• Fourier transform, Schwartz space and tempered distribution</li> </ul>
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 / Module title:	<b>5754</b> <b>Constructive Approximation</b> (PN 405244)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II oder äquivalent / Analysis I+II, Linear Algebra I+II or equivalent
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Approximationstheorie.</p> <p><b>Fähigkeiten:</b> Die Studierenden können Beweistechniken der Approximationstheorie nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis Algorithmen entwickeln.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> 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; Quantitive 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 gegeben --- 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.
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:	<b>xxxx</b> <b>Approximationstheorie</b> <b>Approximation Theory</b> (PN 451403)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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:	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 independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II / Linear Algebra I and II, Calculus I and II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Die Studierenden kennen die Schlüsselprinzipien asymptotischer Expansionen und linearer Approximation.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: 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 / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkonzepte asymptotischer Expansionen</li> <li>• Methode partieller Integration</li> <li>• Euler-Maclaurin Summationsformel</li> <li>• Laplace-Methode</li> <li>• Methode des steilsten Abstiegs</li> <li>• Lineare Tchebysheff Approximation</li> <li>---</li> <li>• Basic concepts of asymptotic expansions</li> <li>• Method of partial integration</li> <li>• Euler-Maclaurin summation formula</li> <li>• Laplace method</li> <li>• Method of steepest descent</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear Chebyshev approximation</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>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.</p> <p>- - -</p> <p>20-minute individual oral examination or 60-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"> <li>• R. Wong: Asymptotic Approximation of Integrals. Academic Press, 1989</li> <li>• E. W. Cheney: Approximation theory, McGraw-Hill, 1966</li> <li>• P. J. Davis: Interpolation and Approximation, Blaisdell, 1963</li> <li>• P. L. Butzer, R. J. Nessel: Fourier Analysis and Approximation, Vol 1., Birkhäuser, 1971</li> <li>• D. Gaier: Vorlesungen über Approximation im Komplexen. Birkhäuser, 1980.</li> <li>• G. Meinardus, Approximation von Funktionen und ihre numerische Behandlung, 1964</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5757</b> <b>Fourier- und Laplace-Transformation</b> (PN 451405) <b>Fourier and Laplace transforms</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	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
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"> <li>• Fourier-Reihen</li> <li>• Fourier-Integrale in <math>L^1</math> und <math>L^2</math></li> <li>• Poisson-Summutationsformel</li> <li>• Abtastatz</li> <li>• Paley-Wiener-Satz</li> <li>• Lokale Transformationen und die Heisenbergsche Unschärferelation</li> <li>• Laplace-Transformation und ihre Inversion</li> </ul>

	<p>---</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourier series</li> <li>• Fourier integrals in <math>L^1</math> and <math>L^2</math></li> <li>• Poisson summation formula</li> <li>• Sampling theorem</li> <li>• Paley-Wiener Theorem</li> <li>• Local transformations and the Heisenberg uncertainty principle</li> <li>• Laplace transform and its inversion</li> </ul>
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"> <li>• Richard E. Bellman and Robert S. Roth. The Laplace Transform. World Scientific, 1984.</li> <li>• Yitzhak Katznelson. An introduction to harmonic analysis. John Wiley &amp; Sons, Inc., New York, 1968.</li> <li>• Rupert Lasser. Introduction to Fourier Series, volume 199 of Monographs and textbooks in pure and applied mathematics. Marcel Dekker, Inc., New York, 1996.</li> <li>• Stéphane Mallat. A wavelet tour of signal processing. Academic Press, San Diego, 1997.</li> <li>• Jayakumar Ramanathan. Methods of Applied Fourier Analysis. Birkhäuser, 1998.</li> <li>• Joel L. Schiff. The Laplace Transform. Springer, 1999.</li> <li>• P. Wojtaszczyk. A Mathematical Introduction to Wavelets. Number 37 in London Mathematical Society Student Texts. Cambridge University Press, 1997.</li> <li>• Robert M. Young. An Introduction to Nonharmonic Fourier Series. Academic Press, New York, 1980.</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5771</b> <b>Multimedia-Datenbanken</b> (PN 405031) <b>Multimedia Databases</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester / every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Techniken der Multimedieverarbeitung und der Extraktion von beschreibenden Multimediaeigenschaften sowie Ähnlichkeitsvergleich von multimedialen 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Die Studierenden besitzen die Kompetenz zur Übertragung der Datenbankkenntnisse auf Multimediadaten, Erweiterungen von SQL und Beherrschung von objekt-relationalen Konstrukten am Beispiel Multimedia, technischer Umgang mit Medien, Management von Multimediadaten im Allgemeinen. / Students will acquire the competence to transfer the database knowledge</p>

	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  Multimediatdatenmodellierung (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 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</p>

	<p>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:	<b>5773</b> <b>Implementierung von Datenbanksystemen(PN 405069)</b> <b>Implementation of Database Systems</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> Die Studierenden haben die Fähigkeit, Datenbank-Tuning in der Praxis durchzuführen. / Students will acquire the ability to database tuning in practice.</p> <p><b>Kompetenzen / Competencies:</b> 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

	<p>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.</p> <p>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  - - -</p> <p>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.</p> <p>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.</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>- - -</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:	<p>Theo Härder, Erhard Rahm: „Datenbanksysteme: Konzepte und Techniken der Implementierung“, 2. Auflage, Springer Verlag, 2001, ISBN 3-540-65040-7.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5781</b> <b>Algorithmische Algebraische Geometrie (PN 405154)</b> <b>Computational Algebraic Geometry</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I und II, Computeralgebra / Linear Algebra I and II, Computer Algebra
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit</p>

	<p>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>
Inhalt / Course content:	<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>
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. 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 / Blackboard, projector-presentation
Literatur / Literature/reading list:	M. Kreuzer und L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 2, Springer, Heidelberg 2005

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5780</b> <b>Computeralgebra</b> <b>Computer Algebra</b> (PN 455358)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I und II, Algebra I / Linear Algebra I and II, Algebra I (or an equivalent higher algebra course)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Skills and Knowledge:</b> 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><b>Abilities:</b> 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><b>Competencies:</b> The students learn how to connect theoretical knowledge about basic methods of Computer Algebra with practical problem 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.</p>

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. 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:	<b>5782</b> <b>Kryptographie</b> <b>Cryptography</b> (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:	Prof. Dr. Kreuzer, Prof. Dr. Sauer, Prof. Dr. Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Kreuzer, Prof. Dr. Sauer, Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I / Linear Algebra I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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, they can determine suitable cryptosystems and cryptographic protocols and</p>

	<p>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:	<b>5784</b> <b>Codierungstheorie</b> <b>Coding Theory</b> (PN 463030)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I / Linear Algebra I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit</p>

	<p>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. /</p> <p>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:	<b>5804</b> <b>Scientific Methods and Technical Writing (PN 479810)</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse:</b> 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><b>Fertigkeiten:</b> 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><b>Kompetenzen:</b> 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 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</p>

	reports of limited size on the basis of scientific criteria.
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"> <li>• Eigenständige Zusammenfassung von relevanten wissenschaftlichen Arbeiten zu den Themen der Lehrveranstaltung</li> <li>• Präsentationen</li> <li>• Datensätze und deren Auswertung</li> <li>• Präsentation der erstellten Materialien unter Einsatz geeigneter Präsentationstechniken, z.B. PowerPoint, Desktopreviews, Postern, Flipchart, Whiteboard, Tafel</li> </ul> <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:	Präsentation mit Projektor, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit / projector presentation, blackboard, group work
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekanntgegeben / Will be announced by the lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5815</b> <b>Computational Stochastic Processes</b> (PN 451402)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	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
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, and for the presentation and evaluation of results.</p>

Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Simulation stochastischer Prozesse: Fehlerkriterien, Kostenmaße, minimale Fehler und Komplexität, Optimalität und asymptotische Optimalität.</li> <li>• Pfadweise Simulation von Gauss-Prozessen: Simulation multivariater Normalverteilungen, zeitkontinuierliche Verfahren, optimale <math>L^2</math>-Rekonstruktion, insbesondere Simulation von Brownscher Bewegung und fraktioneller Brownscher Bewegung.</li> <li>• Pfadweise Simulation stochastischer Differentialgleichungen: zeitdiskrete Ito-Taylor Schemata, zeitkontinuierliche Verfahren, Schrittweitensteuerung.</li> <li>• Schwache Approximation stochastischer Differentialgleichungen: Standard Monte-Carlo Verfahren, Multilevel-Verfahren, Anwendungen in der Finanzmathematik.</li> </ul> <p style="text-align: center;">- - -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts of simulation of stochastic processes: Failure criteria, cost measures, and minimum error Complexity, optimality and asymptotic optimality.</li> <li>• Path way simulation of Gaussian processes: simulation of multivariate normal distributions, continuous-time process, optimal <math>L_2</math> Reconstruction, particularly the simulation of Brownian motion and fractional Brownian motion.</li> <li>• Path way simulation of stochastic differential equations: discrete-time Ito-Taylor schemes, continuous-time method, time step control.</li> <li>• Weak approximation of stochastic differential equations: Standard Monte Carlo methods, multilevel methods, applications in financial mathematics.</li> </ul>
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:	<b>5816</b> <b>Stochastische Differentialgleichungen (PN 405163)</b> <b>Stochastic Differential Equations</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Müller-Gronbach, Dr. 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:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben und Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 30 contact hours + 90 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I,II, Analysis I,II, Einführung in die Stochastik, Stochastische Prozesse / Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Introduction to stochastics, Stochastic Processes
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnisse: Existenz, Eindeutigkeit, Eigenschaften der Lösung einer Stochastischen Differentialgleichung  Fähigkeit: Modellierung und Analyse zeitabhängiger stochastischer Prozesse, die von einer Brownschen Bewegung getrieben werden.
Inhalt / Course content:	Stochastische Differentialgleichungen / Stochastic Differential Equations
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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 --- 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
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Tafel / Presentation and projector, blackboard

Literatur / Literature/reading list:	Karatzas, Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus; Billingsley: Probability and Measure Weitere Literatur nach Empfehlung des Dozenten / Further reading announced during the lecture
Sonstiges / miscellaneous:	Die Veranstaltung findet in der 2. Hälfte des Semesters statt.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5818</b> <b>Stochastische Analysis</b> <b>Stochastic Analysis</b> (PN 405214)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Müller-Gronbach, Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	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
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<b>Kenntnisse:</b> Verständnis der Grundkonzepte und -techniken sowie der zentralen Ergebnisse der Stochastischen Analysis / Understanding of basic concepts, techniques and main results of stochastic analysis <b>Fähigkeit:</b> 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"> <li>• Zeitstetige Martingale / continuous time martingales</li> <li>• Zeitstetige Markov Prozesse / continuous time Markov processes</li> <li>• Brownsche Bewegung / Brownian motion</li> <li>• Stochastische Integration / stochastic integration</li> </ul>

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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 - - - 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
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:	<b>5831</b> <b>Kryptoanalyse</b> <b>Cryptanalysis</b> (PN 482102)
Häufigkeit des Modulangebotes	unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Algebra und Zahlentheorie I, Kryptographie / Algebra and Number Theory I, Cryptography
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills+Knowledge:</b> Die Studierenden kennen Methoden aus der algorithmischen Algebra und der Kryptologie. / The students know methods from algorithmic algebra and cryptology.</p> <p><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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><b>Kompetenzen / Competencies:</b> 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 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. Oorschot, S. A. Vanstone: Handbook of Applied Cryptography. CRC Press 1996.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5835</b> <b>Ringe und Moduln</b> <b>Rings and Modules</b> (PN xxxxxx)
Häufigkeit des Modulangebotes	unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Algebra und Zahlentheorie I/II
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>- - -</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>- - -</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:	<b>5861</b> <b>Mathematische Logik</b> <b>Mathematical Logic</b> (PN 412501)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I - - - Linear Algebra I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Nach Beendigung dieser Lehrveranstaltung sind Studierende in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Konzept einer formalen Sprache und der Logik 1. Stufe verstehen,</li> <li>• zwischen Syntax und Semantik zu unterscheiden,</li> <li>• die Interaktion von Axiomensystemen und Modellbildung nachzuvollziehen</li> <li>• und diese auf algebraische Theorien anzuwenden sowie den Gödelschen Unvollständigkeitssatz wiederzugeben.</li> </ul>
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale Sprachen und Logik 1. Stufe</li> <li>• Gödelscher Vollständigkeitssatz</li> <li>• Einführung in die Modelltheorie</li> <li>• Modelltheorie einiger algebraischer Strukturen</li> <li>• Entscheidbarkeit</li> </ul> Gödelscher Unvollständigkeitssatz
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

	--- 120-minute written or oral exam of about 30 minutes. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Overhead, Beamer / slides, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"><li>• H. Hermes: Einführung in die mathematische Logik. Teubner 1976</li><li>• W. Hodges: A shorter model theory. Cambridge University Press 2002</li><li>• Yu. I. Manin: A Course in Mathematical logic. Springer 1977</li><li>• Prestel: Einführung in die Mathematische Logik und Modelltheorie. Vieweg 1992.</li><li>• P. Rothmaler: Einführung in die Modelltheorie. Spektrum Akademischer Verlag 1995.</li></ul>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>xxxx</b> <b>Real Algebra</b> (PN 482103)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Grundlegende Kenntnisse aus der Algebra
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the concept of ordering</li> <li>- comprehend its algebraic formulation</li> <li>- relate the concept of positivity with sums of squares</li> </ul>
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orderings</li> <li>- Real fields and real closed fields</li> <li>- Quadratic forms over real fields</li> <li>- Real rings</li> <li>- Real spectrum</li> <li>- Positivity and sums of squares</li> </ul>
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. A. Prestel, C. Delzell: Positive Polynomials. Springer, 2001. M. Marshall: Positive Polynomials and Sum of Squares.

	American Mathematical Society, 2008.
--	--------------------------------------

Modulbezeichnung / Module title:	<b>xxxx</b> <b>Real Algebraic Geometry</b> (PN 482104)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Grundlegende Kenntnisse aus der Algebra
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the concept of semialgebraic sets</li> <li>- comprehend how to analyze these with algebraic methods</li> <li>- relate the concept of positivity with sums of squares</li> </ul>
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Semialgebraic sets</li> <li>- Real algebraic varieties</li> <li>- Tarski-Seidenberg principle</li> <li>- Nash functions</li> <li>- Stratifications</li> <li>- Positivity on semialgebraic sets and sums of squares</li> </ul>
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. A. Prestel, C. Delzell: Positive Polynomials. Springer, 2001. M. Marshall: Positive Polynomials and Sum of Squares.

	American Mathematical Society, 2008.
--	--------------------------------------

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6023</b> <b>Model Theory</b> (PN 482201)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Grundlegende Kenntnisse aus der Mathematischen Logik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the interplay between formal axioms and their models</li> <li>- comprehend important model constructions</li> <li>- analyze theories and model classes</li> <li>- apply model theory to algebra</li> </ul>
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consequences of Gödel's completeness theorem</li> <li>- Model constructions</li> <li>- Properties of classes of models and theories</li> <li>- Stability</li> <li>- Applications to algebra</li> </ul>
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. W. Hodges: A shorter model theory. Cambridge University Press, 1997.

	<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:	<b>xxxx</b> <b>Recursion Theory</b> (PN 482202)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Grundlegende Kenntnisse aus der Mathematischen Logik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the mathematical formulation of Turing machines and algorithms</li> <li>- comprehend the concepts of computability and decidability</li> </ul>
Inhalt / Course content:	The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turing machines and algorithms</li> <li>- Recursive functions and sets</li> <li>- Turing computability and Turing degrees</li> </ul>
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:	<b>xxxx</b> <b>Proof Theory</b> (PN 482203)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Grundlegende Kenntnisse aus der Mathematischen Logik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course the students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the formalization of mathematical proofs</li> <li>- comprehend various proof systems</li> </ul>
Inhalt / Course content:	The following topics are covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proof systems</li> <li>- Cut elimination</li> <li>- Proof theory of arithmetic</li> <li>- Second order logic</li> </ul>
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:	<b>5873</b> <b>Operatortheorie</b> <b>Operator Theory</b> (PN 401403)
Häufigkeit des Modulangebotes	Unregelmäßig / irregular
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II
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"> <li>- Banach- und Hilbert-Räume, Dualität</li> <li>- Basen in Banach und Hilbert-Räumen</li> <li>- Hauptsätze für Operatoren auf Banach-Räumen: Sätze von Hahn-Banach, Satz über die offene Abbildung, Satz von abgeschlossenen Graphen</li> <li>- Spektraltheorie kompakter Operatoren</li> <li>- Spektraltheorie selbstadjungierter Operatoren</li> </ul>
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:	<p>W. Rudin, Functional Analysis, McGraw Hill, 1991.</p> <p>M. Reed/B. Simon, Functional Analysis, Academic Press, 1972.</p> <p>D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, 2007.</p>

	F. Hirzebruch, W. Scharlau: Einführung in die Funktionalanalysis, BI-Hochschulbücher, 1991
--	--

Modulbezeichnung / Module title	<b>5942</b> <b>Network Science</b> (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:	Prof. Dr. Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Data Science
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"> <li>• Basic Graph Theory (Undirected / Directed / Bipartite Graphs, Connectivity, Graph Traversal)</li> <li>• Properties of Social Networks (Strong and Weak ties, Structural Balance, Context in Social Networks, Small World Networks)</li> <li>• Properties of Information Networks (Structure of the Web, Decentralized Search, Navigability of Networks)</li> <li>• Network Dynamics and Evolution</li> </ul> <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 clustering algorithms for detecting sub-structures and traversal algorithms for estimating statistical properties (e.g. centrality,</p>

	<p>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"> <li>• Basic Network Theory (Graph Types, Connectivity, Graph Traversal)</li> <li>• Social Networks (Small World Phenomen, Strong and Weak Ties, Information Flow, Community Detection)</li> <li>• Analysing the context of social networks (Homophily and Segregation)</li> <li>• Positive and Negative Relationships in Networks</li> <li>• Information Networks (Structure of the Web, Link Analysis and Web Search)</li> <li>• Network Dynamics (Population Models, Information Cascades, Rich-get-richer, Cascading Behaviour in Networks, Network Epidemics)</li> </ul>
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	<b>5944</b> <b>Data Science Lab</b> (PN 482604)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Visual Analytics or Network Science or Advanced Topics in Data Science Python Programming Language
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge: Students will acquire knowledge of current data analysis technologies and corresponding python libraries to analyze web-based data sets such as Web pages, social networks, user data, etc. They will obtain methodological knowledge</p> <p>Fähigkeiten / Abilities: Students acquire the ability to apply data science technology on web data and to extract interesting patterns from very large data sets. They will develop the ability to use appropriate software libraries and tools to do so.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Students acquire the skills to analyze massive, web-based data sets and extract interesting patterns.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Students will work in groups on selected data science specific problems, like for example extracting communities from social networks, clustering web pages, analyzing trends in social media or identifying mobility patterns.</p> <p>Students will be given a small research projects in the form of an analysis goal, a data set and a target metric. The research project will be conducted in four phases, supervised by the lecture. In every phase, one team member takes the responsibility. The following phases are foreseen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Design Phase:</b> Students will conduct a state of the art analysis on currently best performing methods on the</li> </ol>

	<p>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.</p> <p><b>2. Data Preprocessing:</b> 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.</p> <p><b>3. Data Analysis:</b> 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.</p> <p><b>4. Evaluation:</b> Students will evaluate different parameter settings and algorithmic combinations or derive patterns from the given data set and interpret those.</p> <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	<b>5946</b> <b>Visual Analytics</b> (PN 482602)
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:	Prof. Dr. Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Data Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b>  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 visuellenuisuelle 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b>  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 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>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<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"> <li>• Visuelle Kodierung von Daten</li> <li>• Datenrepräsentations- und -transformation</li> <li>• Informationsvisualisierung</li> <li>• Data Mining Algorithmen für visuelle Analysen</li> <li>• Ausgewählte Anwendungen</li> <li>• Evaluierung von Visual Analytics Anwendungen</li> </ul> <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"> <li>• Visual Data Encoding</li> <li>• Data representation and transformation</li> <li>• Information Visualization</li> <li>• Data mining algorithms for visual analysis</li> <li>• Selected Applications</li> <li>• Evaluation of visual analytics applications</li> </ul>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>90 min Klausur oder ca. 15 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>- - -</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, Beamer / Blackboard, projector</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamara Munzner. Visualization Analysis and Design. A K Peters Visualization Series, CRC Press, 2014.</li> <li>• Tan, Pang-Ning. Introduction to data mining, 2nd Edition.</li> </ul>

	<p>Pearson Education India, 2018.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Visual Analytics Digital Library, <a href="http://vadl.cc.gatech.edu/">http://vadl.cc.gatech.edu/</a> (online)</li></ul>
--	--

Modulbezeichnung / Module title	<b>5945</b> <b>Advanced Topics in Data Science</b> (PN 482603)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr.Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Data Science
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"> <li>• Natural Computing</li> <li>• Deep Neural Networks</li> <li>• Representational Learning with Deep Networks including</li> </ul>

	<p>Autoencoder Networks (Denoising, Variational, Sparse), Hopfield Networks, Boltzmann Machines</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Deep) Convolutional Neural Networks</li> <li>• Recurrent Neural Networks</li> <li>• Deep Residual Networks</li> <li>• Deep Reinforcement Learning</li> <li>• Selected Application Areas</li> </ul>
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>--- 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. Literature will be announced depending on the concrete topics.</p>

Modulbezeichnung / Module title	<b>5956</b> <b>Autonomous Learning</b> (PN 455353)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Sven Tomforde, Lehrstuhl of Intelligent Systems
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Sven 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complex Systems Engineering (Bachelor)</li> <li>• Organic Computing (Master)</li> </ul>
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 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</p>

	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"> <li>• Verfahren zur autonomen Optimierung von Hyperparametern / Procedures to autonomously optimize hyper parameters</li> <li>• Verfahren des aktiven Lernens / Active learning procedures</li> <li>• Verfahren des kollaborativen Lernens / Collaborative learning procedures</li> <li>• Transfer Learning</li> <li>• Reinforcement Learning</li> <li>• Self-Awareness and self-reflection in technischen Systemen</li> <li>• Meta-Learning</li> <li>• Anwendungsbeispiele / Application examples</li> </ul>
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"> <li>- T. Mitchell: Machine Learning</li> <li>- E. Alpaydim: Introduction to Machine Learning (Adaptive Communication and Machine Learning)</li> <li>- C. Müller-Schloer, S. Tomforde: Organic Computing – Technical Systems for Survival in the real World</li> <li>- B. Settles: Active Learning</li> <li>- M. Yamada, Jianhui Chen, Yi Chang: Transfer Learning: Algorithms and Applications</li> <li>- C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title	<b>5960</b> <b>Partielle Differentialgleichungen</b> (PN 405167) <b>Partial Differential Equations</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Dr. Mironchenko
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Gewöhnliche Differentialgleichungen / Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Ordinary Differential Equations
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Nach Beendigung dieser Lehrveranstaltung sind Studierende in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen der Naturwissenschaften mithilfe von partiellen Differentialgleichungen (PDGI) zu modellieren.</li> <li>• Techniken für die analytische Lösung von Anfangsrandwertaufgaben für PDGI anzuwenden</li> <li>• die Wohlgestelltheit von Anfangsrandwertaufgaben für PDGI nachzuweisen.</li> </ul> das asymptotische Verhalten der Lösungen von PDGI zu analysieren.
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung durch partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Partielle Differentialgleichungen erster Ordnung.</li> <li>• Anfangsrandwertaufgaben für parabolische, elliptische und hyperbolische Gleichungen.</li> <li>• Lösungsdarstellung für Evolutionsgleichungen.</li> <li>• Asymptotik partieller Differentialgleichungen</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min Klausur oder ca. 20 min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch

	<p>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:	Tafelanschrieb / Blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"><li>• L. Evans. Partial Differential Equations, AMS, 2010.</li><li>• W.A. Strauss. Partielle Differentialgleichungen, Vieweg, 1995.</li><li>• C. Cryer. Numerik Partieller Differentialgleichungen (Vorlesungsskript)</li></ul>

Modulbezeichnung / Module title	<b>5961</b> <b>Halbgruppentheorie</b> <b>Semigroup Theory</b> (PN 405213)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Dr. Mironchenko
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Funktionalanalysis / Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, functional analysis
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	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.  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.
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark stetige Halbgruppen. Generationssätze von Hille-Yoshida und Lumer-Phillips.</li> <li>• Spektraltheorie für Halbgruppen und deren Generatoren.</li> <li>• Stabilität der stark stetigen Halbgruppen.</li> </ul> Anwendungen an die Analysis von Evolutionsgleichungen.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	ca. 20 min mündliche Prüfung. / 20-minute oral examination
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Übungsblätter / Blackboard, Exercises
Literatur / Literature/reading list:	(Alphabetisch / in alphabetic order) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thierry Cazenave, Alain Haraux. An Introduction to Semilinear Evolution Equations, 1998.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klaus-Jochen Engel, Rainer Nagel. One-parameter semigroups for linear evolution equations, 2000.</li><li>• Tosio Kato. Perturbation Theory for Linear Operators, 1995.</li><li>• Amnon Pazy. Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations, 1983.</li></ul>
--	---

Modulbezeichnung / Module title	<b>5963</b> <b>Mathematische Systemtheorie</b> <b>Mathematical Systems Theory</b> (PN 405232)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Wirth
Dozent(in):	Prof. Dr. 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
Empfohlene Voraussetzungen:	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
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>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.</p> <p>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies: 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 Riccati Gleichungen. / The participants can</p>

	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.
Inhalt:	Zustandsraumsysteme, Stabilität und Lyapunovfunktionen, Stabilisierung durch Rückkopplung, Polverschiebungssatz, Beobachterentwurf und dynamische Rückkopplung, Eingangsausgangssysteme, Transferfunktionen, Realisierungstheorie, Modellreduktion, Das linear-quadratische optimale Steuerungsproblem, Riccatigleichungen, Folgeregelung --- 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
Studien-/Prüfungsleistungen:	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 written 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:	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	<b>5968</b> <b>Regelung und Robotik</b> <b>Control and Robotics</b> (PN 405399)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Wirth
Dozent(in):	Dr. Schwarz, Prof. Dr. 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
Empfohlene Voraussetzungen:	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
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies:</b> 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. They can design and implement control algorithms. They have experience in the evaluation of control concepts using simulation studies and through practical experiments.</p>
Inhalt:	Mathematische Modellierung und Fahrzeugdynamik Regelungskonzepte und –algorithmen Simulationsverfahren Konstruktion von Robotermodellen zur Lösung konkreter

	<p>Aufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Aufgabenstellung;</li> <li>• Ermittlung der notwendigen Sensoren und Aktuatoren;</li> <li>• Bau des Roboters und Implementierung;</li> <li>• Inbetriebnahme und Funktionsnachweis;</li> </ul> <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"> <li>• Analysis of the task;</li> <li>• Identification of the required sensor and actuators;</li> <li>• Construction and software implementation;</li> <li>• Operation and demonstration of functionality;</li> </ul>
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:	<b>xxxx</b> <b>Vernetzte Dynamische Systeme</b> (PN 405234) <b>Networked Control Systems</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Wirth
Dozent(in):	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen:	Mathematische Systemtheorie oder Grundlagen Dynamischer Systeme --- Mathematical Systems Theory or Fundamentals of Dynamical Systems
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 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</p>

	techniques for the codesign of communication and control infrastructures.
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	<b>5980</b> <b>Text Mining</b> (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:	Lehrstuhl für Digital Libraries and Web Information Systems
Dozent(in) / Lecturer:	Lehrstuhl für Digital Libraries and Web Information Systems
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Programmierkenntnisse in Java oder Python. - - - Linear Algebra, probability theory, programming in java or python
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 Textkorporus zu analysieren und interessante Muster zu extrahieren. / The students acquire the skills to analyse a text corpus and extract interesting patterns.
Inhalt / Course content:	Text-Mining ist ein Bündel von Algorithmus-basierten Analyseverfahren zur Entdeckung von Bedeutungsstrukturen aus un- oder schwachstrukturierten Textdaten. Qualitativ hochwertige Information wird in der Regel durch die Erkennung von Mustern und Trends abgeleitet. Dies beinhaltet Verfahren zur Strukturierung der Eingangstexte (in der Regel ein Parsing unter Berücksichtigung linguistischer Merkmale), eine Mustererkennung und schließlich Auswertung und Interpretation

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

Modulbezeichnung / Module title	<b>5981</b> <b>Text Mining Project</b> (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:	Lehrstuhl für Digital Libraries and Web Information Systems
Dozent(in) / Lecturer:	Lehrstuhl für Digital Libraries and Web Information Systems
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Programmierkenntnisse in Python. - - - Linear Algebra, probability theory, programming in python
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 Thema erlaubt eine Vielzahl von Anwendungen, von der automatischen Worterkennung und Email-Filterung bis hin zur automatischen Zusammenfassung und Übersetzung. Die

	<p>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"> <li>• die Informationsgewinnung aus unstrukturierten Texten, zur Themen-Erkennung (Topic Detection) oder der Identifikation wichtiger Begriffe (Named Entities)</li> <li>• Die Analyse linguistischer Strukturen im Text; einschließlich Parsing und semantischer Analyse</li> <li>• Zugriff auf linguistische Datenbanken inklusive WordNet und Treebanks</li> <li>• Die Integration von Techniken aus so unterschiedlichen Bereichen wie der Linguistik und der künstlichen Intelligenz</li> </ul> <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"> <li>• Language Processing and Python</li> <li>• Accessing Text Corpora and Lexical Resources</li> <li>• Processing Raw Text</li> <li>• Categorizing and Tagging Words</li> <li>• Learning to Classify Text</li> <li>• Extracting Information from Text</li> <li>• Analyzing Sentence Structure</li> <li>• Building Feature-Based Grammars</li> <li>• Analyzing the Meaning of Sentences</li> <li>• Managing Linguistic Data</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Projektarbeit, bestehend aus Source-Code, schriftliche Ausarbeitung in Form eines technischen Berichts und Präsentation der Arbeit</p> <p>---</p> <p>Project work: source code, technical report and presentation</p>
Medienformen / Media used:	Tafel, Projektor, Rechner / Blackboard, projector, computer

Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Steven Bird, Ewan Klein and Edward Loper (2009), Natural Language Processing with Python, O'Reilly Media</i></li><li>• Eigenes Skriptum / Lecture notes</li></ul>
--------------------------------------	--

Modulbezeichnung / Module title	<b>5992</b> <b>Stochastische partielle Differentialgleichungen (PN 405245)</b> <b>Stochastic Partial Differential Equations</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / focus area “SS”
Lehrform	4V
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 150 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 150 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	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
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>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.</p> <p>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.</p>
Inhalt / Course content:	Funktionalanalytische Konzepte/ Functionalanalytic concepts :  Nukleare Operatoren, Hilbert-Schmidt-Operatoren, Diagonaloperatoren auf Hilberträumen, Interpolationsräume für Diagonaloperatoren, Halbgruppen beschränkter linearer Operatoren. / Nuclear operators, Hilbert-Schmidt-operators,

	<p>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	<b>5993</b> <b>Numerical methods for stochastic partial differential equations I</b> <b>(PN 451002)</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Dr. Yaroslavtseva
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / focus area “SS”
Lehrform	2V
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:	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I,II, Analysis I,II, Einführung in die Stochastik, Stochastische Prozesse, Stochastic partial differential equations / Linear Algebra I,II, Analysis I,II, Introductory Stochastics, Stochastic Processes, Stochastic partial differential equations
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnisse / Knowledge: Methods for strong and weak approximation for SPDEs  Fähigkeiten / Abilities: Numerical approximation for SPDEs
Inhalt / Course content:	I. Strong numerical approximation for SPDEs: spatial spectral Galerkin approximation, temporal numerical approximation, noise approximation, full discretization.  II. Weak numerical approximation for SPDEs: an Ito type formula, solution processes, transformations of semigroups of solutions, weak convergence of temporal numerical approximations, weak convergence of Galerkin projections.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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  ---  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
Medienformen / Media used:	Tafel / Blackboard
Literatur / Literature/reading list:	A. Jentzen: Stochastic Partial Differential Equations: Analysis and Numerical Equations Weitere Literatur: nach Empfehlung der Dozentin

Modulbezeichnung / Module title	<b>5998</b> <b>Numerical methods for stochastic partial differential equations II</b> <b>(PN xxxxxx)</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Dr. Yaroslavtseva
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „SS“ / focus area “SS”
Lehrform	2V
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:	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Lineare Algebra I,II, Analysis I,II, Einführung in die Stochastik, Stochastische Prozesse, Stochastic partial differential equations, Numerical methods for stochastic partial differential equations I / Linear Algebra I,II, Analysis I,II, Introductory Stochastics, Stochastic Processes, Stochastic partial differential equations, Numerical methods for stochastic partial differential equations I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnisse / Knowledge: Methods for weak approximation for SPDEs  Fähigkeiten / Abilities: Numerical approximation for SPDEs
Inhalt / Course content:	Weak numerical approximation for SPDEs: <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Ito type formula,</li> <li>• solution processes,</li> <li>• transformations of semigroups of solutions,</li> <li>• weak convergence of temporal numerical approximations,</li> <li>• weak convergence of Galerkin projections.</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	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

	--- 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
Medienformen / Media used:	Tafel / Blackboard
Literatur / Literature/reading list:	A. Jentzen: Stochastic Partial Differential Equations: Analysis and Numerical Equations Weitere Literatur: nach Empfehlung der Dozentin

Modulbezeichnung / Module title	<b>30900</b> <b>Financial Engineering and Structured Finance</b> <b>(PN 262200)</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Gewöhnlich jedes Wintersemester / usually every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Entrop
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Einführungsmodul in Finance wird empfohlen; weitere Bachelor- Finance-Module von Vorteil
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 Finanzierungsinstrumente.</p>

Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixed-Income: Spot Markt und symmetrische Derivate (Zinsstrukturkurvenschätzung, Swaps, Forwards, Futures)</li> <li>• Equities: Optionen (Wertgrenzen, Ein- und Mehr-Perioden-Binomialbäume, Black/Scholes, europäische und amerikanische Derivate)</li> <li>• Fixed-Income: Zins- und Bondoptionen (Caps, Floors, Black-Modell, Zinsstrukturkurvenmodelle wie Vasicek und Cox/Ingersoll/Ross)</li> <li>• Fixed-Income: Zertifikate und Strukturierte Produkte (Marktüberblick, Capped, Floored, Collared Floater,</li> <li>• Reverse und Fixed-Maxi-Floater, Callable Step-up Bonds, Kapitalmarktfloater, etc.)</li> <li>• Equities: Zertifikate und Strukturierte Produkte (Marktüberblick, Indexzertifikate, Aktienanleihen, Diskontzertifikate, Quantozertifikate, Turbozertifikate, etc.)</li> <li>• Strukturmodelle (Passivpositionen als Derivate auf Unternehmensassets, Agency</li> <li>• -Konflikte zwischen Eigenkapital- und Fremdkapitalgebern, Covenants, Determinanten optimaler Unternehmensausfall, Wirkungsanalyse von Kapitalstrukturmaßnahmen, Rating aus Marktpreisen,</li> <li>• Schätzung von Assetwerten und -volatilitäten aus Passivposition und Derivaten)</li> <li>• Reduced Form Modelle</li> <li>• Asset Backed Securities (ABS, CLOs etc), Credit Default Swaps und Sturctured Debt</li> </ul>
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	<b>30902</b> <b>Quantitative Methoden in Finance</b> (PN 261070)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Gewöhnlich jedes Semester / usually every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Entrop
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Einführungsmodul in Finance wird empfohlen; weitere Bachelor-Finance-Module von Vorteil.  Ein vorheriger oder paralleler Besuch von "Financial Engineering und Strukturirte Finanzierung" wird empfohlen. Solide Excel-Kenntnisse und Kenntnisse in Statistik und einem Statistikprogramm sind hilfreich.
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 ökonomische 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 benötigt werden.

	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.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die empirische Analyse von Finanzdaten</li> <li>• Querschnitts-, Zeitreihen- und Panelregressionen in Stata</li> <li>• Logit- und Probit-Regressionen in Stata</li> <li>• Stata-Programmierung und -Automatisierung sowie erweiterte Befehle</li> <li>• Numerische Methoden in VBA</li> <li>• Bewertung von Derivaten mittels Simulation in VBA</li> </ul>
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	<b>33860</b> <b>Marktforschung</b> (PN 200514)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Totzek
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Kenntnisse in „Marketing“ und in Modulen des Gebiets Methoden (z.B. „Multivariate Verfahren“) sind von Vorteil. Grundkenntnisse der Statistik werden nachdrücklich empfohlen.
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"> <li>• einen Überblick über den Prozess der Marktforschung haben und in der Lage sein, kritisch über die zentralen Problemstellungen auf den einzelnen Prozessstufen zu reflektieren.</li> <li>• selbstständig eine Primär- oder Sekundärdatenerhebung planen und durchführen können.</li> <li>• Hypothesen zur Struktur von Daten sowie Hypothesen zu linearen und komplexen Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Variablen testen können.</li> <li>• selbstständig einfache und fortgeschrittene multivariate Analyseverfahren anwenden können.</li> </ul>

Inhalt / Course content:	<p>Das Modul behandelt insbesondere folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Marktforschung für Marketingentscheidungen</li> <li>• Prozess der Marktforschung und Diskussion zentraler Problemstellungen</li> <li>• Konzeption und Durchführung von Befragungen, Experimenten und Studien auf Grundlage von Sekundärdaten</li> <li>• Grundlegende statistische Analyseverfahren</li> <li>• Messmodelle</li> <li>• Moderations- und Mediationseffekte</li> <li>• Fortgeschrittene statistische Analyseverfahren</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Written examination (60 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Interaktiver Frontalunterricht.</p>
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	<b>35610</b> <b>Paneldatenanalyse</b> (PN 261080)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester / every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Haupt / Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Für die Kursteilnahme wird die Kenntnis der Inhalte von „Methoden der Ökonometrie I“ oder eines äquivalenten (Master-)Kurses dringend empfohlen.  Dies umfasst eine detaillierte Kenntnis des Multiplen linearen Regressionsmodells für Querschnitts- und Längsschnittsdaten (OLS-Schätzung, Tests sowie entsprechende zugrundeliegende Annahmen, Projektionsmatrizen) sowie solide Kenntnisse im Umgang mit der Statistiksoftware R.  Kenntnisse von Modellen für Zeitreihendaten sind hilfreich, werden jedoch nicht vorausgesetzt.
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:	Zentraler Gegenstand ist die Schätzung von Regressionsmodellen für Paneldaten.  Hierbei werden neben grundlegenden Schätzverfahren unter anderem die Fixed-Effects- und Random-Effects-Schätzung behandelt. Des Weiteren werden Test- und 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"> <li>• Wooldridge, J. (2013), Introductory Econometrics, 5A., South-Western.</li> <li>• Stock, J.H. und M.W. Watson (2007), Introduction to Econometrics, 2A., Pearson.</li> <li>• Greene, W.H. (2012), Econometric Analysis, 7A., Pearson.</li> </ul> <p>Weiterführende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baltagi, B.H. (2013), Econometric Analysis of Panel Data, 5A., Wiley.</li> <li>• Wooldridge, J. (2002), Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, MIT Press.</li> <li>• Arellano, M. (2004), Panel Data Econometrics, Oxford University Press.</li> <li>• Angrist, J.D. und J.-S. Pischke (2009), Mostly Harmless Econometrics, Princeton University Press.</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title	<b>35550</b> <b>Topics in Applied Econometrics</b> (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:	Prof. Dr. Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Haupt / Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Recommended for 3 <sup>rd</sup> semester, following introductory Master courses in Statistics/Econometrics.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	A solid understanding of core concepts of econometric methods in the fields of modeling, hypothesis generation, estimation, test, model selection, simulation, computation, and general statistical inference.
Inhalt / Course content:	In this course we discuss important and recent contributions to econometric methodology, application to real and simulated data and software implementation.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) --- Written examination (60 minutes)
Medienformen / Media used:	Tafel / Blackboard  Diskussion von Vorlesungsinhalten, Moderierte Erarbeitung von Übungsinhalten und Fallstudien am PC.
Literatur / Literature/reading list:	Literature will be announced at the start of the semester.

Modulbezeichnung / Module title	<b>35621</b> <b>Computational Statistics – Regression in R (PN 261170)</b>
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:	Prof. Dr. Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Haupt / Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	The course aims at students with a basic knowledge in statistics and complements some of the topics treated in 'Methods in Econometrics I and II'.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The course aims at providing students with a basic understanding, which regression models to employ for certain types of variables and data structures. A further course objective is to enable students to choose between competing model specifications and to judge if a given model is (severely) misspecified.
Inhalt / Course content:	The course focuses on estimating regression models and evaluating the estimated specifications with the statistical software R. Model evaluation procedures discussed in class range from graphical methods, classic validation techniques and tests to simulation-based approaches.  The effects of variables being measured on different scales and variable transformations are discussed. Dealing with different data structures such as cross-sections, time series, and panel data is also covered in class.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) --- Written examination (60 minutes)  R-skills are certified via a certificate when the final exam is passed.

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

Modulbezeichnung / Module title	<b>35622</b> <b>Computational Statistics – Statistical Learning in R</b> <b>(PN 261090)</b>
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:	Prof. Dr. Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Haupt / Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Knowledge of statistics and regression methods on master level and basic knowledge of R (e.g. via 'Computational Statistics – Regression in R')
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The course aims at providing participants with a basic understanding of some of the core concepts and building blocks of Statistical Learning. An additional goal of the course is to equip students with a variety of techniques to analyze high dimensional, complex data sets by means of the freely available statistical software R and to judge the appropriateness of the respective procedures for different data constellations.
Inhalt / Course content:	Statistical Learning sums up methods from computational statistics that are designed to deal with high dimensional, complex data sets. Various topics that facilitate modeling and gaining a deeper insight into high dimensional, complex data sets are introduced. Basic linear and nonlinear classification and regression techniques (e.g., lasso, trees, random forests, boosting, support vector machines) and their underlying principles are presented, applied, and discussed in class. Meta- parameter selection, model evaluation, and specification choice in practical settings are also covered in the course.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (60 Minuten) --- Written examination (60 minutes)

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

Modulbezeichnung / Module title	<b>35777</b> <b>Methoden der Ökonometrie I</b> (PN 261120)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Wintersemester / winter term
Moduldauer / Module duration:	1 Semester (i.d.R. erste Semesterhälfte)
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Haupt / Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Dringend empfohlen werden Kenntnisse der Matrixalgebra (Linearen Algebra) und der induktive Statistik, v.a. Regressions- und Testverfahren.
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"> <li>• Kurze Wiederholung der Inhalte einer Einführung in die Ökonometrie.</li> <li>• Tiefergehende Interpretationen der Kleinst-Quadrate (KQ) Methode und deren statistische Eigenschaften</li> <li>• exakte versus asymptotische Methoden</li> <li>• generalisierte KQ Verfahren</li> <li>• Modellvalidierungs- und -spezifikationsverfahren</li> </ul>
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"><li>• Hsiao, C., Bodkin, R.G. &amp; M.D. Intriligator (1996), Econometric Models, Techniques, and Applications, 2A., Prentice-Hall.</li><li>• Davidson, R. &amp; J.G. MacKinnon (2004), Econometric Theory and Methods, Oxford Univ. Press</li><li>• Hansen, B. (2017), Econometrics, <a href="http://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/econometrics/">http://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/econometrics/</a></li><li>• Wooldridge, J. (2013), Introductory Econometrics, 5A., South-Western</li></ul>

Modulbezeichnung / Module title	<b>35800</b> <b>Methoden der Ökonometrie II</b> (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:	Prof. Dr. Haupt
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Haupt / Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	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.
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"> <li>• Kurze Wiederholung der Inhalte einer Einführung in die Regressions- und Zeitreihenanalyse.</li> <li>• konzeptionelle Besonderheiten bei der Regressionsanalyse mit Zeitreihendaten (Trend, Saison) und deren Auswirkungen</li> <li>• Stationarität, Nichtstationarität und statistische Konzepte der Abhängigkeit</li> <li>• Autokorrelation und Heteroskedastie in Zeitreihenregres-</li> </ul>

	sionen
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"> <li>• Hsiao, C., Bodkin, R.G. &amp; M.D. Intriligator (1996), Econometric Models, Techniques, and Applications, 2A., Prentice-Hall.</li> <li>• Davidson, R. &amp; J.G. MacKinnon (2004), Econometric Theory and Methods, Oxford Univ. Press</li> <li>• Hansen, B. (2017), Econometrics, <a href="http://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/econometrics/">http://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/econometrics/</a></li> <li>• Wooldridge, J. (2013), Introductory Econometrics, 5A., South-Western</li> <li>• Kirchgässner, G. J. Wolters &amp; U. Hassler (2013), Introduction to Modern Time Series Analysis. 2A., Springer.</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title	<b>39608</b> <b>Computational Economics</b> (PN 283002)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig im Wintersemester / winter term (irregular)
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Krämer
Dozent(in) / Lecturer:	Prof. Dr. Krämer / Dr. Schnurr
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „A“ / focus area “A”
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Basic programming skills (in any programming language) are appreciable, but not required.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>The aim of this modul is to establish knowledge about the application of agent-based in economics and to establish the necessary skills for its use.</p> <p>The students acquire knowledge about</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the characteristics of complex adaptive systems</li> <li>• the characteristics, goals, advantages and disadvantages of agent based computational economics</li> <li>• computational research methods in the context of economics, particularly about simulation methods</li> <li>• machine learning methods, in particular about reinforcement learning the programming language NETLOGO, which can be used to implement agent-based models</li> </ul>
Inhalt / Course content:	The technological progress in the last decades has enabled researchers to address economic research questions with the help of computers. This has led to a set of interdisciplinary computational research methods. The focus of this course is the presentation and application of agent-based computational economics (ACE), which seeks to explain economic relationships

	<p>by means of autonomous software agents. The application of ACE is particularly well-suited when analysing complex adaptive systems, which are therefore introduced in the lecture. Then, the building blocks of ACE are discussed: Model development, machine learning, data analysis, verification and validation. A focus will be laid on the presentation of reinforcement learning methods, such as Monte Carlo simulation and Q-learning. In the accompanying exercise, students will learn implement simple agent-based models in the programming language and software package NETLOGO.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>---</p> <p>Written examination (60 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	Tafel / Blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wilensky, Uri, and Rand William (2015). An Introduction to Agent-Based Modeling. The MIT Press</li> <li>• Sutton, Richard S., and Barto, Andrew G. (1998). Reinforcement Learning. The MIT Press.</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>90596</b> <b>FFA Aufbaustufenmodul 1</b>  <b>(English Course 1)</b>  <b>(PN 542001)</b>
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
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:	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:	<b>90597</b> <b>FFA Aufbaustufenmodul 2</b>  <b>(English Course 2)</b>  <b>(PN 448100)</b>
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
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>
Modulnote:	Die Modulnote entspricht dem arithmetischen Mittel aus den Noten beider Prüfungsteile.
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:	<b>Praktikum</b> <b>Occupational Internship</b> (PN 407680)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser (Studiengangsverantwortlicher / 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse:</b> 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><b>Fähigkeiten:</b> Die Studierenden können im beruflichen Umfeld die im Studium erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen anwenden.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> 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:	<p>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> <p>Das Praktikum wird gemäß den folgenden Richtlinien durchgeführt:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Praktikum umfasst mindestens 240 Stunden (= mind. 6 Wochen in Vollzeitarbeit), längere Praktika sind möglich, die Mehrzeit wird aber nicht als Studienleistung angerechnet.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul> <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), <b>unbenotet</b>
Literatur / Literature/reading list:	
Sonstiges / miscellaneous:	<a href="#">Formular zum Antrag auf Anerkennung / acceptance form</a> <a href="#">Organisatorische Richtlinien für die Annahme, Betreuung und Abnahme von Praktika / Organisational guidelines</a>

Modulbezeichnung / Module title:	<p><b>Seminar 1 zu Mathematik</b> (PN 481001)</p> <p><b>Seminar 2 zu Mathematik</b> (PN 481002)</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:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben / Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden lernen, sich selbstständig in das gestellte Seminarthema einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren.</p> <p>Kompetenzen / Competencies: Selbstständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz</p> <p>---</p> <p>The students learn how to independently incorporate material into the set seminar topic and 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 anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation</p> <p>---</p> <p>Elaboration of the set topic based on scientific literature, and</p>

	presentation of the same
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<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>
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekanntgegeben /Will be announced by the lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	<b>Seminar in AGC</b> (PN 482110) <b>Seminar in MLDM</b> (PN 482210) <b>Seminar in ANAT</b> (PN 402310) <b>Seminar in DSO</b> (PN 482410) <b>Seminar in SS</b> (PN 482510) (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:	In der Regel jedes Semester / usually every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. 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	Seminar in AGC: Modulgruppe „AGC“ / focus area “AGC” Seminar in MLDM: Modulgruppe „MLDM“ / focus area “MLDM” Seminar in ANAT: Modulgruppe „ANAT“ / focus area “ANAT” Seminar in DSO: Modulgruppe „DSO“ / focus area “DSO” Seminar in SS: Modulgruppe „SS“ / focus area “SS”
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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben / Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden lernen, sich 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 Präsentationskompetenz - - - The students learn how to independently acquire a research topic in the focus area and to professionally prepare and present

	<p>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 jeweiligem 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:	<b>Präsentation der Masterarbeit Mathematik</b> <b>Presentation of master's thesis</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. Kaiser (Studiengangverantwortlicher / 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	-
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:	<b>Masterarbeit Mathematik</b> <b>Master's thesis in mathematics</b>
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes Semester / every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Dr. 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 Voraussetzungen / Recommended prerequisites:	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>