

# Modulhandbuch für den Masterstudiengang Informatik

## Module Descriptions for the M.Sc. Degree Programme in Computer Science

**Inklusive der Beschlüsse des Prüfungsausschusses der Fakultät für Informatik und  
Mathematik der Universität Passau am 11. Mai 2022**

**Contains all decisions of the Board of Examiners of the Faculty of Computer Science and  
Mathematics of the University of Passau taken up to 11 May 2022**

Stand: 03. Juni 2022

Last revised: 3 June 2022

# Overview of the course programme/Modulübersicht des Masterstudiengangs „Computer Science“

## Modulgruppe “Algorithmik und Mathematische Modellierung“

Modul	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart / SWS	ECTS-Punkt	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">5600 Effiziente Algorithmen</a>	455366	3V+2Ü	7	Rutter	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5670 Logik für Informatiker</a>	455357	3V+2Ü	7	Kreuzer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5710 Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen</a>	455344	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5712 Algorithmen zur Visualisierung von Graphen</a>	455352	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5713 Parametrisierte Algorithmen</a>	455373	2V+1Ü	5	Rutter	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5731 Einführung in die Numerik</a>	401814	4V+2Ü	9	Sauer	Deutsch
<a href="#">5753 Distributionentheorie</a>	455360	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5780 Computeralgebra</a>	455358	4V+2Ü	9	Kreuzer, Sauer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5781 Algorithmische Algebraische Geometrie</a>	405154	4V+2Ü	9	Kreuzer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5782 Kryptographie</a>	401816	4V+2Ü	9	Kreuzer, Zumbrägel	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5784 Codierungstheorie</a>	463030	3V+2Ü	7	Kreuzer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5811 Stochastische Prozesse</a>	405193	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5812 Stochastische Simulation</a>	451017	3V+1Ü	7	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5814 Wahrscheinlichkeitstheorie</a>	455341	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5815 Computational Stochastic Processes</a>	451402	2V+2Ü	6	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5818 Stochastische Analysis</a>	405214	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5832 Algebra und Zahlentheorie I</a>	405149	4V+2Ü	9	Kaiser, Kreuzer, Zumbrägel	Deutsch
<a href="#">5835 Rings and Modules</a>	455364	4V+2Ü	9	Zumbrägel	Englisch
<a href="#">5871 Commutative Algebra</a>	455387	2V+2Ü	6	Kreuzer	Englisch
<a href="#">5873 Operatortheorie</a>	401403	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5951 Theory of Randomised Search Heuristics</a>	455390	3V+2Ü	7	Sudholt	Deutsch/ Englisch

<a href="#">5952 Randomisierte Algorithmen</a>	455388	3V+2Ü	7	Sudholt	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5960 Partielle Differentialgleichungen</a>	405167	3V+2Ü	7	Wirth	Englisch
<a href="#">5963 Numerik von Differentialgleichungen</a>	451012	4V+2Ü	9	Wirth	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5964 Dynamische Systeme</a>	405027	4V+2Ü	9	Wirth	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5992 Stochastische partielle Differentialgleichungen</a>	405245	4V	7	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5994 Numerik der Polynom- und rationalen Approximation</a>	485383	2V+1Ü	5	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5996 Markovketten</a>	455346	3V+2Ü	7	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6020 Mathematische Logik</a>	455362	4V+2Ü	9	Kaiser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6021 Mathematische Statistik</a>	455356	3V+1Ü	6	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6023 Model Theory</a>	482201	4V+2Ü	9	Kaiser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6029 Numerical Methods for Stochastic Differential Equations</a>	451004	3V+1Ü	6	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6031 Algorithmische Geometrie</a>	405125	2V+2Ü	6	Kindermann	Englisch
<a href="#">6032 Approximationsalgorithmen</a>	451009	2V+2Ü	6	Kindermann	Englisch
<a href="#">6034 Graphen und Netzwerkalgorithmen</a>	451005	3Ü	6	Bekos	Englisch
<a href="#">6040 Integraltransformationen</a>	451007	2V+2Ü	6	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6056 Perkolation auf Graphen</a>	451018	2V+1Ü	5	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6070 Markov Chain Monte Carlo</a>	482521	3V+1Ü	7	Rudolf	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6140 Exemplary and Effective Programming</a>	413152	4SWS	6	Abbott	Englisch
<a href="#">6111 Classical Limit Theorems &amp; Large deviations</a>	451019	4V+2Ü	9	Prochno	Deutsch/ Englisch
<a href="#">Forschungsseminar im Schwerpunkt „Algorithmik und Mathematische Modellierung“</a>	451010	2S	5	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch

### Modulgruppe “ Programmierung und Softwaresysteme“

Modul	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart / SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">5610 Praktische Parallelprogrammierung</a>	455371	3V+2Ü	7	Fraser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5614 Abhängigkeitsanalyse</a>	453401	2V+2Ü	6	Griebel, Fraser	Deutsch/ Englisch

<a href="#">5616 Schleifenparallelisierung</a>	405285	2V+2Ü	6	Griebel, Fraser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5790 Struktur+Implementierung von Programmiersprachen</a>	405010	3V+2Ü	7	Größlinger	Deutsch
<a href="#">5791 Funktionale Programmierung</a>	405053	2V+2Ü	6	Griebel, Fraser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5795 Virtuelle Maschinen und Laufzeitsysteme</a>	405197	2V+2Ü	6	Größlinger	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5796 Domänenspezifische Sprachen</a>	405204	2V+2Ü	6	Größlinger	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5842 Programming Styles</a>	455377	2V+1Ü	5	Fraser	Englisch
<a href="#">5843 Software-Analyse</a>	455368	2V+2Ü	6	Fraser	Englisch
<a href="#">5844 Advanced Software Product Development</a>	455376	4Ü	8	Fraser	Deutsch
<a href="#">5845 Search-Based Software Engineering</a>	455378	2V+1Ü	5	Fraser	Englisch
<a href="#">5850 Mobile Security</a>	455411	2V+2Ü	6	Hammer	Englisch
<a href="#">5851 Software Process Engineering</a>	455369	2V+2Ü	6	Kuhrmann	Englisch
<a href="#">5851 Program Repair</a>	455407	2V+2Ü	6	Hammer	Englisch
<a href="#">5852 Requirements Engineering</a>	455379	2V	4	Kuhrmann	Englisch
<a href="#">5853 Empirische Methoden des Software Engineering</a>	455375	2V+2Ü	6	Kuhrmann	Englisch
<a href="#">5854 Secure Information Flow</a>	455384	2V+2Ü	6	Hammer	Englisch
<a href="#">5855 Object-Oriented Programming with C++</a>	453002	2V+2Ü	6	Hammer	Englisch
<a href="#">5856 Compiler Construction</a>	455402	4V+2Ü	9	Hammer	Englisch
<a href="#">5891 Software Projektmanagement</a>	405016	3V+1Ü	7	Palm	Deutsch
<a href="#">Forschungsseminar im Schwerpunkt „Programmierung und Softwaresysteme“</a>	453010	2S	5	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch

### Modulgruppe “Informations- und Kommunikationssysteme“

Modul	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart / SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">5721 Foundations of Energy Systems</a>	455361	2V+2Ü	6	de Meer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5723 Computer Performance Evaluation</a>	462401	2V+2Ü	6	de Meer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5724 Safety and Security of Critical Infrastructures</a>	451006	2V+2Ü	6	de Meer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5725 Methodological Foundations of Distributed Systems</a>	405236	2V+2Ü	6	de Meer	Englisch

<a href="#">5727 Energy Informatics</a>	455338	2V+2Ü	6	de Meer	Englisch
<a href="#">5771 Multimedia-Datenbanken</a>	405031	3V+2Ü	7	Kosch	Englisch
<a href="#">5772 Data Modelling and Data Processing in the Internet of Things</a>	455386	2V+1Ü	5	Kosch	Englisch
<a href="#">5773 Implementierung von Datenbanksystemen</a>	405069	3V+2Ü	7	Kosch	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5777 Technologien zur Wahrung der Privatsphäre in Informationssysteme</a>	472215	2V+1Ü	5	Kosch	Englisch
<a href="#">5800 Mixed Reality</a>	405216	2V+1Ü	5	Grubert	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5802 Spatial Augmented Reality</a>	405215	3P	5	Grubert	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5807 Programming Applications for Mobile Interaction</a>	405026	3V+2Ü	7	Kranz	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5942 Network Science</a>	482601	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
<a href="#">5943 Data Science Lab</a>	482604	4Ü	6	Granitzer	Englisch
<a href="#">5945 Advanced Topics in Data Science</a>	482603	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
<a href="#">5946 Visual Analytics</a>	452003	2V+1Ü	5	Granitzer	Englisch
<a href="#">5970 Scaling Database Systems</a>	451016	2V+2Ü	6	Scherzinger	Englisch
<a href="#">5980 Text Mining</a>	405024	3V+2Ü	7	Mitrovic	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5981 Text Mining Project</a>	405025	3V+3Ü	8	Mitrovic	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5982 Preference-Based Information Retrieval</a>	455365	2V+2Ü	6	Endres	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5983 Big Data Management</a>	455374	2V+2Ü	6	Endres	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6001 Ideation &amp; Prototyping for Industrial Innovation</a>	479551	3 Ü	5	Kranz	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6003 Science and Technology Project in Physical Making, Prototyping and Testing</a>	455342	8P	8	Kranz	Englisch
<a href="#">6044 Multimedia Retrieval</a>	455383	2V+2Ü	6	Scherzinger	Englisch
<a href="#">6047 Digital Healthcare</a>	455409	2V+2Ü	6	Kranz	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6060 Computational Social Science Lab</a>	455391	4Ü	6	Lemmerich	Englisch
<a href="#">6061 Introduction to Deep Learning</a>	471616	2V+2Ü	6	Lemmerich	Englisch
<a href="#">6063 Applied Artificial Intelligence Lab</a>	471615	4Ü	6	Lemmerich	Englisch
<a href="#">6080 Computational Linguistics</a>	455396	2V+2Ü	6	Hautli-Janisz	Englisch
<a href="#">6160 Cooperative Autonomus Vehicles</a>	455393	2V+2UE	6	Vinel	Englisch

<a href="#">Forschungsseminar im Schwerpunkt „Informations- und Kommunikationssysteme“</a>	452010	2S	5	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch
--	--------	----	---	---------------	----------------------

### Modulgruppe “Intelligente Technische Systeme“

Modul	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart / SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">5730 Optimierung</a>	405205	4V+2Ü	9	Sauer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5732 Ideals in Numerical Applications</a>	455363	4V+2Ü	9	Sauer	Englisch
<a href="#">5734 Mathematical Foundations of Machine Learning</a>	405224	4V+2Ü	9	Sauer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5736 Kettenbrüche</a>	455354	2V+2Ü	6	Sauer	Englisch
<a href="#">5739 Geometric Modeling Project</a>	455355	4V+2Ü	9	Sauer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5754 Constructive Approximation</a>	405244	4V+2Ü	9	Sauer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5757 Fourier- und Laplace-Transformation</a>	451405	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5803 Context Recognition Architectures</a>	405237	2V+1Ü	5	Kranz	Englisch
<a href="#">5804 Scientific Methods and Technical Writing</a>	479810	2V+1Ü	5	Kranz	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5809 Mobile Human-Computer Interaction</a>	479510	3V+2Ü	8	Kranz	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5944 Machine Learning Lab</a>	455382	4Ü	6	Granitzer	Englisch
<a href="#">5952 Randomisierte Algorithmen</a>	455388	3V+2Ü	7	Sudholt	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5954 Design and Implementation of Search Engines</a>	455370	4Ü	6	Krestel	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5956 Deep Learning</a>	455380	2V+2Ü	6	Krestel	Englisch
<a href="#">5963 Mathematische Systemtheorie</a>	405241	4V+2Ü	9	Wirth	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5964 Linear Systems Theory</a>	405232	4V+2Ü	9	Wirth	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5967 Vernetzte Dynamische Systeme</a>	405243	2V+2Ü	6	Wirth	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5968 Praktikum: Regelung und Robotik</a>	405399	1V+1P+2Ü	7	Wirth	Deutsch
<a href="#">5995 Advanced Imaging</a>	454020	2V+2Ü	6	Sauer	Englisch
<a href="#">6004 Embedded Systems Programming</a>	479610	4P	7	Kranz	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6061 Introduction to Deep Learning</a>	471616	2V+2Ü	6	Lemmerich	Englisch
<a href="#">6063 Applied Artificial Intelligence Lab</a>	471615	4Ü	6	Lemmerich	Englisch
<a href="#">6064 Responsible Machine Learning</a>	471617	2V+2UE	6	Lemmerich	Englisch

<a href="#">6090 Sicherheit von Rechnern und eingebetteten Systemen</a>	455385	2V+1Ü	5	Kavun	Englisch
<a href="#">6053 ITS-Praktikum</a>	405235	6S	9	Forster-Heinlein, Sauer, Wirth	Englisch
<a href="#">6056 Perkolation auf Graphen</a>	451018	2V+1Ü	5	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6080 Computational Linguistics</a>	455396	2V+2Ü	6	Hautli-Janisz	Englisch
<a href="#">6100 Maschinelles Lernen, Regelung und Optimierung</a>	455398	4V+2Ü	9	Schönlein/Wirth	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6101 Complex Dynamic Networks</a>	471515	2V+1Ü	5	Schönlein	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6160 Cooperative Autonomus Vehicles</a>	455393	2V+2UE	6	Vinel	Englisch
<a href="#">39734 Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems</a>	266193	2V+2Ü	5	Otto	Englisch
<a href="#">39745 Advanced Topics in Management Science</a>	266502	2Ü	3	Otto	Englisch
<a href="#">Forschungsseminar im Schwerpunkt „Intelligente Technische Systeme“</a>	454010	2S	5	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch

### Modulgruppe “IT-Security and Reliability“

Modul	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart / SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">5622 Software Sicherheit</a>	405143	2V+1Ü	5	Posegga	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5724 Safety and Security of Critical Infrastructures</a>	451006	2V+2Ü	6	de Meer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5762 Sicheres Rechnen</a>	455372	2V+2Ü	6	Katzenbeisser	Englisch
<a href="#">5764 Advanced Security Engineering Lab</a>	455345	6SWS	12	Katzenbeisser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5767 Hardware-basierte Sicherheit</a>	455381	2V+2Ü	6	Katzenbeisser	Englisch
<a href="#">5768 Eisenbahnsicherungstechnik</a>	451008	2V	3	Katzenbeisser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5782 Kryptographie</a>	401816	4V+2Ü	9	Kreuzer, Zumbrägel	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5820 IT-Sicherheit</a>	405390	3V+1Ü	6	Posegga	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5821 Wireless Security</a>	405157	2V+1Ü	5	Posegga	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5822 Security Insider Lab II – System and Application Security</a>	453402	6Ü	12	Posegga	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5823 Security Insider Lab I – Infrastructure Security</a>	455002	6Ü	12	Posegga	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5824 Cloud-Security</a>	455359	2V+2Ü	6	Reiser	Deutsch/ Englisch

<a href="#">5854 Secure Information Flow</a>	455384	2V+2Ü	6	Hammer	Englisch
<a href="#">5880 Dependable Distributed Systems</a>	455403	2V+2Ü	6	Reiser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5881 Privacy Enhancing Techniques</a>	405223	2V	3	Posegga	Englisch
<a href="#">5882 Resilient Internet of Things Infrastructures</a>	455389	2V+2Ü	6	Reiser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5885 Hypervisor Design and Implementation</a>	451015	2V+2Ü	6	Reiser	Deutsch/ Englisch
<a href="#">6037 Sicherheit von KI-Systemen</a>	451011	2V	3	Posegga	Englisch
<a href="#">6039 Formal Methods in Security: Modeling and Analysis of Security-Critical Systems</a>	451014	2V+1Ü	4	Posegga	Englisch
<a href="#">6090 Sicherheit von Rechnern und eingebetteten Systemen</a>	455385	2V+1Ü	5	Kavun	Englisch
<a href="#">6091 Sicherheitsprozessor Design</a>	455392	2V+1Ü	5	Kavun	Englisch
<a href="#">Forschungsseminar im Schwerpunkt „IT Security and Reliability“</a>	455010	2S	5	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch

### Modulgruppe “Allgemeiner Bereich“

Modul	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart / SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">5720 Modellierung und Beherrschung komplexer Systeme</a>	405129	3V+2Ü	7	de Meer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5722 Funktionale Sicherheit</a>	455404	2V+2Ü	6	de Meer	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5750 Gewöhnliche Differenzialgleichungen</a>	401817	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein, Wirth	Deutsch
<a href="#">5756 Funktionalanalysis</a>	451404	4V+2Ü	9	Forster-Heinlein	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5810 Statistische Datenanalyse</a>	405187	4V+2Ü	9	Müller-Gronbach	Deutsch/ Englisch
<a href="#">5874 IT-Sicherheitsrecht</a>	222431	2V	5	Schröder, Lewinski	Deutsch
<a href="#">5908 Wavelet-basierte Methoden in der Bildverarbeitung</a>	405222	2V+2Ü	6	Forster-Heinlein	Deutsch
<a href="#">6200 Kamerakalibrierung und 3D-Rekonstruktion</a>	405148	2V	3	Hanning	Deutsch
<a href="#">Praktikum</a>	407680		4	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch



**Modulgruppe “Pflichtbereich“**

Modul	Prüfungsnummer	Veranstaltungsart / SWS	ECTS-Punkte	Verantwortliche/r	Sprache
<a href="#">Seminar</a>	450001	2S	5	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch
<a href="#">Präsentation der Masterarbeit</a>	458999		3	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch
<a href="#">Masterarbeit Informatik</a>	459900		27	Alle Dozenten	Deutsch/ Englisch

**Hinweise:**

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

- I. die **Module des Pflichtbereichs** gemäß obiger Liste,
- II. in einer Schwerpunktmodulgruppe aus den Modulgruppen **Algorithmik und Mathematische Modellierung, Programmierung und Softwaresysteme, Informations- und Kommunikationssysteme, Intelligente Technische Systeme, IT-Security and Reliability** mindestens 40 ECTS-Leistungspunkten
- III. aus den anderen Schwerpunktmodulgruppen und der Modulgruppe **Allgemeiner Bereich** mindestens 30 ECTS-Leistungspunkte

**Note:**

For passing the Master’s examination (see AStuPO § 9 paragraph 2 and FStuPO § 6) 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. one focus module group from the module groups **Algorithmics and Mathematical Modeling, Programming and Software System, Informations- and Communication Systems, Intelligent Technical Systems, IT-Security and Reliability** at least 40 credit points
- III. **at least 30 ECTS credit points** from the other focus module groups and the module group General Area.

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):**

Inhaltsverzeichnis / Table of Contents (arranged by course code):	10
Abkürzungsverzeichnis und Wörterbuch / List of abbreviations and dictionary:	14
Baukasten	15
5600 Effiziente Algorithmen (PN 455366) Efficient Algorithms	16
5610 Praktische Parallelprogrammierung (PN 455371) Practical Parallel Programming	18
5614 Abhängigkeitsanalyse (PN 453401) Dependence Analysis	20
5616 Schleifenparallelisierung (PN 405285) Loop Parallelisation	22
5622 Software-Sicherheit (PN 405143) System Security	25
5670 Logik für Informatiker (PN 455357) Computational Logic	28
5710 Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen (PN 455344) Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs	30
5712 Algorithmen zur Visualisierung von Graphen (PN 455352) Algorithms for Graph Visualization	32
5713 Parametrisierte Algorithmen (PN 455373) Parameterized Algorithms	35
5720 Modellierung und Beherrschung komplexer Systeme (PN 405129) Modeling and Control of Complex Systems	37
5721 Foundations of Energy Systems (PN 455361)	39
5722 Funktionale Sicherheit (PN 455404) Functional Safety	41
5723 Computer Performance Evaluation (PN 462401)	43
5724 Safety and Security of Critical Infrastructures (PN 451006)	45
5725 Methodological Foundations of Distributed Systems (PN 405236)	48
5727 Energy Informatics (PN 455338)	50
5730 Optimierung (PN 405205)	52
5731 Einführung in die Numerik (PN 401814) Introduction to Numerical Analysis	53
5732 Ideals in Numerical Applications (PN 455363)	55
5734 Mathematical Foundations of Machine Learning (PN 405224)	57
5736 Kettenbrüche (PN 455354) Continued Fractions	59
5739 Geometric Modeling Project (PN 455355)	61
5750 Gewöhnliche Differenzialgleichungen (PN 401817) Ordinary Differential Equations	63
5753 Distributionentheorie (PN 455360) Distributions	65
5754 Constructive Approximation (PN 405244)	67
5756 Funktionalanalysis (PN 451404) Functional Analysis	69
5757 Fourier- und Laplace-Transformation (PN 451405) Fourier and Laplace Transforms	71
5762 Sicheres Rechnen (PN 455372) Secure Computation	73
5764 Advanced Security Engineering Lab (PN 455345)	75
5767 Hardware-basierte Sicherheit (PN 455381) Hardware-Oriented Security	78
5768 Eisenbahnsicherungstechnik (PN 451008)	80
5771 Multimedia-Datenbanken (PN 405031) Multimedia Databases	82
5772 Data Modelling and Data Processing in the Internet of Things (PN 455386)	85
5773 Implementierung von Datenbanksystemen (PN 405069) Implementation of Database Systems	88

5777 Privacy-Preservation Technologies in Information Systems (PN 472215)		91
5780 Computeralgebra	(PN 455358) Computer Algebra	94
5781 Algorithmische Algebraische Geometrie	(PN 405154) Computational Algebraic Geometry	96
5782 Kryptographie	(PN 401816) Cryptography	98
5784 Codierungstheorie	(PN 463030) Coding Theory	101
5790 Struktur und Implementierung von Programmiersprachen (PN 405010)		103
5791 Funktionale Programmierung	(PN 405053) Functional Programming	104
5795 Virtuelle Maschinen und Laufzeitsysteme	(PN 405197) Virtual Machines and Runtime Systems	106
5796 Domänenspezifische Sprachen	(PN 405204) Domain-Specific Languages	108
5800 Mixed Reality	(PN 405216)	110
5802 Spatial Augmented Reality	(PN 405215)	113
5803 Context Recognition Architectures	(PN 405237)	116
5804 Scientific Methods and Technical Writing	(PN 479810)	121
5807 Programming Applications for Mobile Interaction (PN 405026)		123
5809 Mobile Human-Computer Interaction	(PN 479510)	127
5810 Statistische Datenanalyse	(PN 405187) Statistical Data Analysis	129
5811 Stochastische Prozesse	(PN 405193) Stochastic Processes	131
5812 Stochastische Simulation	(PN 451017) Stochastic Simulation	133
5814 Wahrscheinlichkeitstheorie	(PN 455341) Probability Theory	135
5815 Computational Stochastic Processes	(PN 451402)	137
5818 Stochastische Analysis	(PN 405214) Stochastic Analysis	139
5820 IT-Sicherheit	(PN 405390) Advanced IT Security	141
5821 Wireless Security	(PN 405157)	144
5822 Security Insider Lab II - System and Application Security (PN 453402)		147
5823 Security Insider Lab I - Infrastructure Security (PN 455002)		151
5824 Cloud Security	(PN 455359)	155
5832 Algebra und Zahlentheorie I	(PN 405149) Algebra and Number Theory I	158
5835 Rings and Modules	(PN 455364)	160
5842 Programming Styles	(PN 455377)	162
5843 Software-Analyse	(PN 455368) Software Analysis	164
5844 Advanced Software Product Development	(PN 455376)	166
5845 Search-Based Software Engineering	(PN 455378)	169
5850 Mobile Security	(PN 455411)	172
5851 Software Process Engineering	(PN 455369)	174
5851 Program Repair	(PN 455407)	177
5852 Requirements Engineering	(PN 455379)	179
5853 Empirische Methoden des Software Engineering (PN 455375)	Empirical Methods for Software Engineering	181
5854 Secure Information Flow	(PN 455384)	184
5855 Object-Oriented Programming with C++	(PN 453002)	186
5856 Compiler Construction	(PN 455402)	188
5871 Commutative Algebra	(PN 455387)	190

5873 Operatortheorie	(PN 401403) Operator Theory	192
5874 IT-Sicherheitsrecht	(PN 222431) IT Security Law	194
5880 Dependable Distributed Systems	(PN 455403)	196
5881 Privacy Enhancing Techniques	(PN 405223)	199
5882 Resilient Internet-of-Things Infrastructures	(PN 455389)	203
5885 Hypervisor Design and Implementation	(PN 451015)	206
5891 Software-Projektmanagement	(PN 405016)	208
5908 Wavelet-basierte Methoden in der Bildverarbeitung (PN 405222) Wavelet-Based Methods in Image Processing		210
5942 Network Science	(PN 482601)	212
5943 Data Science Lab	(PN 482604)	214
5944 Machine Learning Lab	(PN 455382)	216
5945 Advanced Topics in Data Science	(PN 482603)	218
5946 Visual Analytics	(PN 452003)	220
5951 Theory of Randomised Search Heuristics	(PN 455390)	223
5952 Randomisierte Algorithmen	(PN 455388) Randomised Algorithms	226
5954 Design and Implementation of Search Engines (PN 455370)		228
5956 Deep Learning	(PN 455380)	230
5960 Partielle Differentialgleichungen	(PN 405167) Partial Differential Equations	232
5963 Numerik von Differentialgleichungen	(PN 451012) Numerics of Differential Equations	234
5963 Mathematische Systemtheorie	(PN 405241) Mathematical Systems Theory	236
5964 Dynamische Systeme	(PN 405027) Dynamical Systems	238
5964 Linear Systems Theory	(PN 405232)	240
5967 Vernetzte Dynamische Systeme	(PN 405243) Networked Control Systems	242
5968 Praktikum Regelung und Robotik	(PN 405399) Control and Robotics (Lab)	244
5970 Scaling Database Systems	(PN 451016)	246
5980 Text Mining	(PN 405024)	248
5981 Text Mining Project	(PN 405025)	250
5982 Preference-Based Information Retrieval	(PN 455365)	252
5983 Big Data Management	(PN 455374)	255
5992 Stochastische partielle Differentialgleichungen (PN 405245)	Stochastic Partial Differential Equations	257
5994 Numerik der Polynom- und rationalen Approximation (PN 485383)		259
5995 Advanced Imaging	(PN 454020)	261
5996 Markovketten	(PN 455346) Markov Chains	263
6001 Ideation & Prototyping for Industrial Innovation (PN 479551)		265
6003 Science and Technology Project in Physical Making, Prototyping and Testing (PN 455342)		267
6004 Embedded Systems Programming	(PN 479610)	272
6020 Mathematische Logik	(PN 455362) Mathematical Logic	276
6021 Mathematische Statistik	(PN 455356)	278
6023 Model Theory	(PN 482201)	279
6029 Numerical Methods for Stochastic Differential Equations (PN 451004)		281

6031 Algorithmische Geometrie	(PN 405125) Computational Geometry	283
6032 Approximationsalgorithmen	(PN 451009) Approximation algorithms	285
6034 Graphen und Netzwerkalgorithmen	(PN 451005) Graph and Network Algorithms	287
6037 Sicherheit von KI-Systemen	(PN 451011) Security of AI Systems	289
6039 Formal Methods in Security: Modeling and Analysis of Security-Critical Systems	(PN 451014)	292
6040 Integraltransformationen	(PN 451007) Integral Transforms	296
6044 Multimedia Retrieval	(PN 455383)	298
6047 Digital Healthcare	(PN 455409)	300
6053 ITS-Praktikum	(PN 405235) ITS Practical	303
6056 Perkolation auf Graphen	(PN 451018)	306
6060 Computational Social Science Lab	(PN 455391)	308
6061 Introduction to Deep Learning	(PN 471616)	310
6063 Applied Artificial Intelligence Lab	(PN 471615)	312
6064 Responsible Machine Learning	(PN 471616)	314
6070 Markov chain Monte Carlo	(PN 482521) Markov chain Monte Carlo	316
6080 Computational Linguistics	(PN 455396)	318
6090 Sicherheit von Rechnern und eingebetteten Systemen	(PN 455385) Security of Computer and Embedded Systems	320
6091 Sicherheitsprozessor Design	(PN 455392) Secure Processor Design	324
6100 Maschinelles Lernen, Regelung und Optimierung	(PN 455398) Machine Learning, Control and Optimization	327
6101 Komplexe dynamische Netzwerke	(PN 471515) Complex Dynamic Networks	329
6140 Exemplary & Effective Programming(in C++ with CoCoALib)	(PN 413152)	331
6111 Klassische Grenzwertsätze & grosse Abweichungen	(PN471515) Classical Limit Theorems & Large deviations	334
6160 Cooperative Autonomous Vehicles	(PN 455393)	337
6200 Kamerakalibrierung und 3D-Rekonstruktion	(PN 405148)	339
39734 Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems	(PN 266193)	341
39745 Advanced Topics in Management Science	(PN 266502)	343
Seminar	(PN 450001)	345
Forschungsseminar im Schwerpunkt „Algorithmik und Mathematische Modellierung“	(PN 451010) Research Seminar for the Focus “Algorithmics and Mathematical Modeling“	347
Forschungsseminar im Schwerpunkt „Informations- und Kommunikationssysteme“	(PN 452010) Research Seminar for the Focus “Information and Communication Systems“	349
Forschungsseminar im Schwerpunkt „IT Security and Reliability“	(PN 455010) Research Seminar for the Focus “IT Security and Reliability“	351
Forschungsseminar im Schwerpunkt „Intelligente Technische Systeme“	(PN 454010) Research Seminar for the Focus “Intelligent Technical Systems“	353
Forschungsseminar im Schwerpunkt „Programmierung und Softwaresysteme“	(PN 453010) Research Seminar for the Focus “Programming and Software Systems“	355
Praktikum / Internship	(PN 407680)	357
Präsentation der Masterarbeit Informatik	(PN 458999) Presentation of the Master’s Thesis	361
Masterarbeit Informatik	(PN 459900) Master’s Thesis in Computer Science	362

**Abkürzungsverzeichnis und Wörterbuch / List of abbreviations and dictionary:**

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

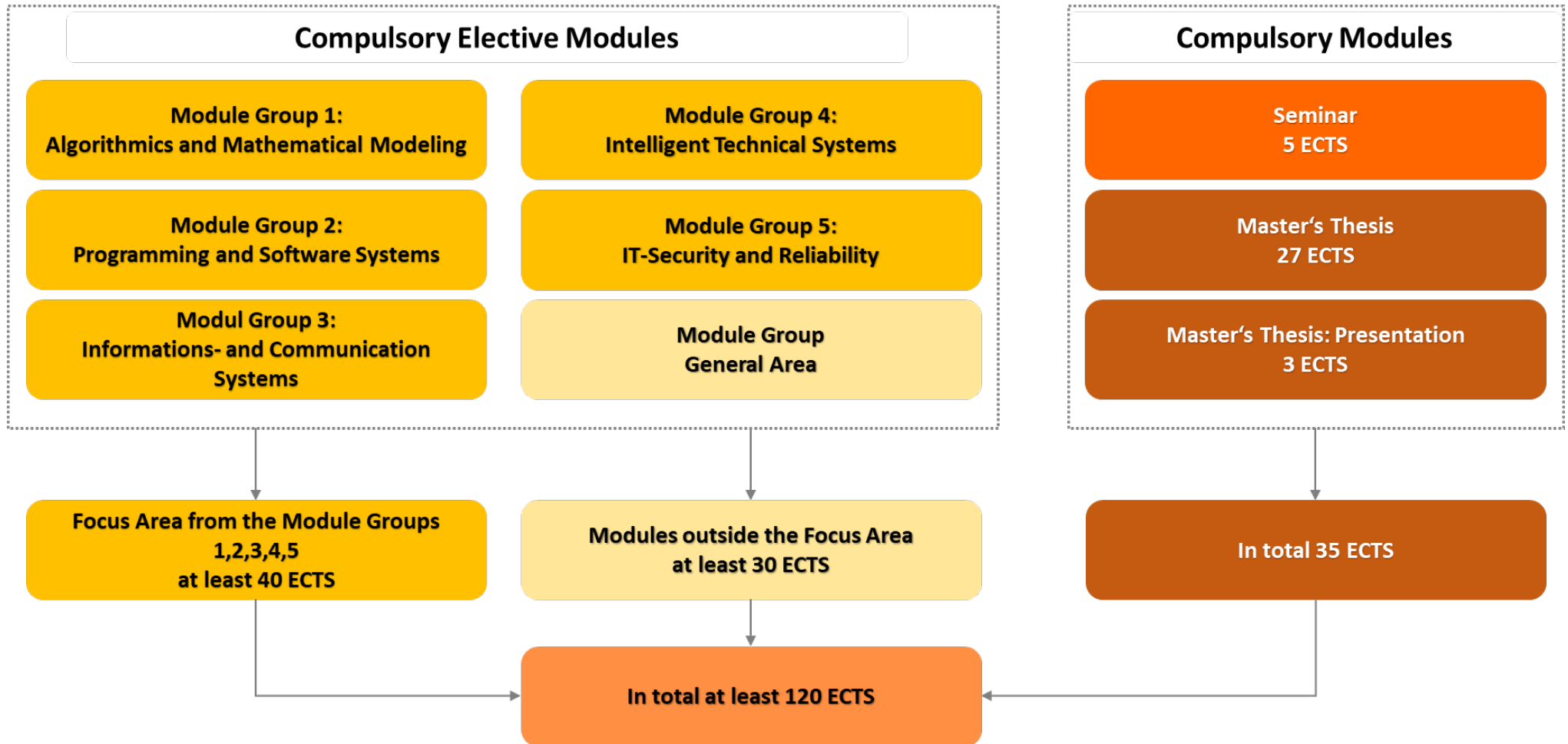
**Bemerkung:** Falls wenigstens ein nicht-deutschsprachiger Hörer die Veranstaltung besucht und als Sprache „Deutsch oder Englisch“ angegeben ist, wird in der Regel auf Englisch unterrichtet.

Für Übersichtslisten zur Anrechenbarkeit und Modulgruppenzuordnung siehe <http://www.fim.uni-passau.de/studium/anrechenbarkeit/>

**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.

For reference tables, please go to <http://www.fim.uni-passau.de/en/study/acceptability-for-credit-transfers/>

**Baukasten**



**Note AStuPO § 9 paragraph 3 sentence 1) and 2)**

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5600 Effiziente Algorithmen</b> (PN 455366) <b>Efficient Algorithms</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Rutter
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 105 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 105 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik I Algorithms and Data Structures, Theoretical Computer Science I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden erwerben systematisches Verständnis algorithmischer Entwurfs- und Analysetechniken. Sie kennen weiterführende Algorithmen und Datenstrukturen und deren Eigenschaften.</p> <p>The students acquire a systematic understanding of algorithmic design and analysis principles. They know advanced algorithms and data structures and their properties.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit algorithmische Probleme in verschiedenen Anwendungsgebieten zu identifizieren und zu formalisieren. Die Studierenden können unbekannte Algorithmen eigenständig verstehen, sie anwenden, ihre Laufzeit bestimmen, sie beurteilen und auf verwandte Problemstellungen übertragen.</p> <p>The students have the ability to identify algorithmic problems in different application areas and to formalize them. They can understand and apply new algorithms on their own. Moreover, they can analyze their running time, evaluate them and adapt them to related problems.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz für gegebene Problemstellungen geeignete Entwurfs- und Analysetechniken</p>



	<p>auszuwählen und sie zu nutzen um eigene Algorithmen zu entwerfen, diese zu analysieren und ihre Eigenschaften nachzuweisen.</p> <p>The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for given problems. They can further apply them to develop and analyze new algorithms.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Dieses Modul vertieft die Grundlagen der Algorithmik. Es werden fortgeschrittenen Analyse- und Entwurfstechniken für Algorithmen und Datenstrukturen vorgestellt, (z.B. amortisierte Analyse, dynamische Programmierung, Greedy, Divide &amp; Conquer, Modellierung mit LPs) und deren Anwendung an konkreten Problemstellungen illustriert (z.B. Union-Find, Flussmethoden, Schnitte in Graphen, Spannbäume, Matchings). Darüber hinaus werden Techniken zum Umgang mit NP-schweren Problemen vermittelt.</p> <p>This module deepens the fundamentals of Algorithms. Advanced design and analysis techniques for algorithms are presented (e.g., amortized analysis, dynamics programming, greedy, divide &amp; conquer, Modeling with LPs) and their application is demonstrated for concrete examples (e.g., union-find, cuts and flows in graphs, spanning trees, matchings). Additionally, techniques for handling NP-hard problems are presented.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Zwei Teilleistungen:</p> <p>Teilleistung 1 (80%): Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) oder Klausur (ca. 90 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>Teilleistung 2 (20%): Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein Thema der Algorithmik Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>---</p> <p>Examination in two parts:</p> <p>Part 1 (80%): Oral exam (about 25 minutes) or written exam (90 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p> <p>Part 2 (20%): Written work (up to 10 pages) on an Algorithms subject. To pass the examination, both parts have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms Korte, Vygen: Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5610 Praktische Parallelprogrammierung (PN 455371)</b> <b>Practical Parallel Programming</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Größlinger
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 85 Std. Übungsaufgaben / Programmierprojekte + 60 Std. Nachbearbeitung und Eigenstudium 75 contact hours + 85 hours exercises / programming projects + 60 hours independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden lernen mehrere parallele Architekturen und eine Reihe von verschiedenen Ansätzen zur Parallelprogrammierung kennen. Sie werden in die Lage versetzt, für eine vorliegende Problemstellung und parallele Plattform den geeigneten Programmieransatz auszuwählen und anzuwenden. Die Studierenden erarbeiten sich das Verständnis eines Forschungspapiers zur Parallelisierung in unterstütztem Selbststudium. Students will learn several parallel architectures and a number of different approaches to parallel programming. They will be able to choose and apply the appropriate programming approach for the problem and parallel platform. Students acquire comprehension of a research paper on parallelization in assisted self-study.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Absolventen der Veranstaltung sind sich der Vielfalt paralleler Architekturen und Programmierungsansätze sowie den höheren Korrektheits- und Performanzanforderungen paralleler Programme im Vergleich zu sequenziellen Programmen bewusst. Sie sind mit den Grundlagen der Performanzanalyse von parallelem Programmcode vertraut und haben Einblick in eine aktuelle Methode modellgetriebener Parallelisierung.</p> <p>Graduates are aware of the diversity of parallel architectures and programming approaches as well as increased demands on the correctness and performance of parallel programs, compared with sequential programs. They are familiar with the basics of performance analysis of parallel program code and see into a current method of model-driven parallelization.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Es werden etwa ein halbes Dutzend verschiedene Paradigmen zur Parallelprogrammierung vorgestellt. Beispiele sind MPI, OpenMP, BSP, High-Performance Fortran 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.</p> <p>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.</p> <p>Implementations (source code) for several programming projects, each with about 2 to 3 weeks processing time.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Tafel, Overheadprojektor</p> <p>Projector, blackboard, overhead projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Foliensätze, Buchauszüge, Forschungspapiere</p> <p>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.</p> <p>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>5614 Abhängigkeitsanalyse</b> <b>Dependence Analysis</b> (PN 453401)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Griebel, Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Griebel, Fraser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “ Programming and Software Systems ”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hours exercises + 75 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden wissen, wie in imperativen Programmen, insbesondere in Schleifenprogrammen mit Arrays als zentraler Datenstruktur, Abhängigkeiten entstehen, mit welchen Techniken man diese automatisch exakt finden oder approximieren kann und welche Abhängigkeitsarten wie eliminiert werden können.</p> <p>The students will learn know how dependencies arise In imperative programs, especially in loop programs with arrays as a central data structure and what techniques can automatically find exactly or approximate this and which dependency types can be eliminated.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden haben eine Vorstellung, wie neue, individuell benötigte Programmanalyseverfahren entwickelt und implementiert werden können und sind in der Lage, entsprechende mathematische Werkzeuge sinnvoll einsetzen.</p> <p>Students will have an idea of how new, individually required program analysis techniques can be developed and implemented and are able to use appropriate mathematical useful tools.</p>

	<p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden kennen die Vorzüge der Einführung eines mathematischen Modells in ein (zunächst) nicht-mathematisches Problem.</p> <p>The students will know the benefits of the introduction of a mathematical model in an (initially) non-mathematical problem</p>
Inhalt / Course content:	<p>Diese Vorlesung beschäftigt sich damit, in einem imperativen Programm festzustellen, welche (Instanzen von) Anweisungen von welchen anderen abhängig sind. Solche Abhängigkeiten entstehen etwa, weil eine Anweisung ein Array-Element schreibt, das an anderer Stelle wieder gelesen wird. Diese Analyse ist die Grundlage für optimierende und für parallelisierende Compiler, oder auch für Programmverifikation (Slicing) oder Reverse Engineering. Neben verschiedenen Analyse- und Beschreibungstechniken werden in der Vorlesung auch Verfahren vorgestellt, die bestimmte Abhängigkeiten eliminieren, ohne die Programmsemantik zu verändern.</p> <p>This lecture deals with establishing in an imperative program, which (instances of) instructions depend on which other. Such dependencies arise because an instruction writes an array element that is read on another site. This analysis is the basis for optimizing and parallelizing compiler for, or for program verification (slicing), or reverse engineering. In addition to various analysis and description, techniques and methods are presented in the lectures that eliminate certain dependencies without changing the program semantics.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min. Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten)</p> <p>90-minute written examination or oral exam (approx. 20 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Tafel, Overheadprojektor</p> <p>Projector, blackboard, overhead projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Utpal Banerjee: Loop Transformations for Restructuring Compilers - The Foundations, Kluwer, 1993. ST 265 B215.</p> <p>Utpal Banerjee: Loop Transformations for Restructuring Compilers - Dependence Analysis, Kluwer, 1993. ST 265 B215D4.</p> <p>Ausgewählte Forschungsartikel / selected research articles</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5616 Schleifenparallelisierung</b> <b>Loop Parallelisation</b> (PN 405285)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Griebel, Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Griebel, Fraser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus "Programming and Software Systems"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hours exercises + 75 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden wissen, wie imperative Programme, insbesondere Schleifenprogramme mit Arrays als zentrale Datenstrukturen, automatisch semantikerhaltend transformiert, insbesondere parallelisiert werden können. Von der automatischen Parallelisierung kennen sie die verschiedenen notwendigen Phasen und jeweils eine oder mehrere Techniken dafür.</p> <p>The students will know how imperative programs, especially loop programs with arrays as a central data structure, can be particularly parallelized by automatically preserving the semantics. For automatic parallelization they will know the various necessary phases and in each case one or more techniques for it.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden sind in der Lage, die geeigneten, erlernten Techniken für eine konkrete Parallelisierungsaufgabe auszuwählen und anzuwenden. Sie sind in der Lage, die Parallelität für eine ausgewählte Zielfunktion zu optimieren. Sie sind in der Lage, zu erkennen, ob ein Programm die</p>

	<p>Voraussetzungen der Parallelisierungsmethode erfüllt, und es in einfachen Fällen für die Methode anzupassen.</p> <p>Students will be able to select and apply the appropriate techniques learned for a specific parallelization task. They will be able to improve the parallelism of a selected objective function. They will be capable of recognizing whether a program meets the requirements of parallelization, and adapt it in simple cases for the method.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden haben ein Gefühl für die Auswirkungen der Hardware-Architektur auf die Parallelität. Sie kennen die Vorzüge der Einführung eines mathematischen Modells in ein (zunächst) nicht-mathematisches Problem und sind in der Lage, entsprechende mathematische Werkzeuge sinnvoll einzusetzen.</p> <p>The students will have a sense of the impact of the hardware architecture to the parallelism. You know the benefits of the introduction of a mathematical model in an (initially) non-mathematical problem and are able to use the appropriate useful mathematical tools.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Die Vorlesung "Schleifenparallelisierung" zeigt verschiedene Möglichkeiten der automatischen Parallelisierung von imperativen Programmen mit verschachtelten Schleifen auf. Gesamtaufgabe ist, ein sequenziell aufgeschriebenes Quellprogramm automatisch in ein paralleles Zielprogramm zu transformieren, um dann durch die parallele Abarbeitung des Zielprogramms auf mehreren Prozessoren die Laufzeit zu reduzieren. Eingangs wird kurz die Modellierung von verschachtelten Schleifen und Abhängigkeiten erklärt. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt dann auf verschiedenen Parallelisierungstechniken. Sowohl modellbasierte Parallelisierung (wie das Polyedermodell) als auch codebasierte Parallelisierung werden eingehend studiert und miteinander verglichen. Der Stoff führt dabei zum Teil an die Grenzen der aktuellen Forschung.</p> <p>The lecture "Loop parallelization" shows different ways of automatic parallelization of imperative programs with nested loops. Overall task is to transform a sequential been signed source program automatically into a parallel target program, and then to reduce the transit time through the parallel execution of the target program on multiple processors. Input briefly explains the modeling of nested loops and dependencies. The focus of the lecture will be located on different parallelization techniques. Both model-based parallelization (such as the polyhedral model) and code-based parallelization are thoroughly studied and compared. The fabric leads in part to the limitations of current research.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min. Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten)</p> <p>90-minute written examination or oral exam (approx. 20 minutes)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Tafel, Overheadprojektor</p> <p>Projector, blackboard, overhead projector</p>

Literatur / Literature/reading list:	Utpal Banerjee: Loop Transformations for Restructuring Compilers - The Foundations, Kluwer, 1993. ST 265 B215. Utpal Banerjee: Loop Transformations for Restructuring Compilers - Loop Parallelization, Kluwer, 1994. ST 265 B215 L8. diverse Zeitschriftenartikel / research articles
--------------------------------------	--



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5622 Software-Sicherheit</b> (PN 405143) <b>System Security</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Posegga
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 30 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffes, Vorbereitung eines Referats und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 30 hrs exercises + 75 hrs follow-up, preparing a presentation and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Verständnis über Verwundbarkeiten deren Arten, Entstehung, Möglichkeiten der Ausnutzung und deren Folgen. Verstehen der Prinzipien für die Entwicklung sicherer Software. Überblick über Maßnahmen zur Schadensbegrenzung. Kenntnisse über Schritte zur forensischen Analyse von Sicherheitsvorfällen. Überblick der Akademische Leitsätze und praxisrelevante, „best practice“ Ansätze. Understanding of the types of vulnerabilities, development, possibilities of use and its consequences. Understand the principles for the development of secure software. Overview of mitigation measures. Knowledge of steps for a forensic analysis of security incidents. Overview of Academic principles and practice-relevant "best practice" approaches.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Aufspüren von Verwundbarkeiten; Ausbesserung von vorhandenen Verwundbarkeiten und forensische Analyse von Sicherheitsvorfällen. Detection of vulnerabilities; repair of existing vulnerabilities and forensic analysis of security incidents.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Betrachtung von Systemen aus unterschiedlichen Blickwinkeln.</p>

	<p>Entwicklung, Analyse und Umsetzung möglicher Perspektiven und Reaktionsalternativen. Transformation und Reduktion akademischer Leitsätze auf praxisbezogene Anforderungen.</p> <p>Consideration of systems from different angles. Development, analysis and implementation of possible perspectives and response alternatives. Transformation and reduction of academic principles to practical requirements.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Der Inhalt des Moduls umfasst dabei beispielsweise risk &amp; threat analysis, buffer und heap overflows, scripting languages, filter techniques, SQL injections, race conditions, attack surfaces, patch management, software testing, low level software security, Java security, reference monitors, least privilege principle, smart phone security, stack walks und history based access control.</p> <p>The content of the module includes, for example, risk &amp; threat analysis, buffer and heap overflows, scripting languages, filter techniques, SQL injections, race conditions, attack surfaces, patch management, software testing, low-level software security, Java security, reference monitors, leases privilege principle, smart phone security, stack walks and history based access control.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Teilprüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referat: ca. 30-min. Referat mit Präsentation über selbsterarbeitetes Thema. Die Studierenden können am Semesterbeginn aus einer Auswahl von Themen wählen.</li> <li>• schriftliche/mündliche Prüfung: 60-min. schriftliche Prüfung oder ca. 20-min. mündliche Prüfung. Die Prüfungsart wird am Semesterbeginn durch den/die Dozent(in) / Lecturer festgelegt und bekanntgegeben.</li> </ul> <p>Eine Anmeldung zum Referat impliziert automatisch eine Anmeldung zu einem der angebotenen Termine zur schriftlichen/mündlichen Prüfung im Anschluss an den gleichen Vorlesungszeitraum.</p> <p>Um dieses Modul zu bestehen müssen beide Teilprüfungsleistungen bestanden werden. Dabei wird die schriftliche/mündliche Prüfung mit 80% gewichtet, das Referat mit 20%.</p> <p>- - -</p> <p>This module is assessed in partial examinations:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oral presentation: approx 20 min. Students in small groups will present selected topics chosen during the semester.</li> <li>• 60-minute written or 20-minute oral examination. The specific mode of assessment will be announced by the lecturer at the start of the semester.</li> </ul> <p>Registration for the presentation automatically implies a registration for any of the dates offered for written/oral examination following the same course of lectures.</p> <p>In order to pass this module, students must pass both partial examinations. The exam will count 80% of the grade, the oral presentation 20%.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Tafel

	Presentation and projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Michael Howard &amp; David LeBlanc: Writing Secure Code, Microsoft Press, 2nd edition, 2002</p> <p>Gary McGraw: Exploiting Software: How to Break Code, Addison-Wesley, February 2004</p> <p>John Viega &amp; Gary McGraw: Building Secure Software, Addison-Wesley, 2001</p> <p>Mark G. Graff &amp; Kenneth R. van Wyk: Secure Coding, O.Reilly, 2003</p> <p>Brian A. La Macchia, Sebastian Lange, Matthew Lyons, Rudi Martin, and Kevin T. Price: .NET Framework Security, Addison-Wesley, 2002</p> <p>L. Gong, G. Ellison, M. Dageforde: Inside Java 2 Platform Security, Addison-Wesley, 2nd Edition, 2003</p>

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5710 Algorithmische Graphentheorie und perfekte Graphen</b> <b>Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs</b> (PN 455344)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Rutter
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen Algorithms and Data Structures
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe der algorithmischen Graphentheorie und die in diesem Zusammen- hang wichtigsten Graphklassen und deren Charakterisierungen, nämlich perfekte Graphen, chordale Graphen, Vergleichbarkeits- graphen, 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 graph as well as interval, split, and permutation graphs. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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. <u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden besitzen die Kompetenz in angewandten Fragestellungen Teilprobleme zu identifizieren, die sich mittels

	<p>dieser Graphklassen ausdrücken lassen, sowie neue Algorithmen für Probleme, die zu Problemstellungen aus der Vorlesung verwandt sind, auf diesen Graphklassen zu entwickeln.</p> <p>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.</p> <p>Anschließend werden vertiefte Konzepte wie Vergleichbarkeitsgraphen besprochen, mit deren Hilfe sich diverse weitere Graphklassen (Intervall-, Split-, und Permutationsgraphen) charakterisieren und erkennen lassen, sowie Werkzeuge zum Entwurf von spezialisierten Algorithmen für diese vorgestellt.</p> <p>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); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>Oral exam of 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:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer</p> <p>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 Algorithmen zur Visualisierung von Graphen</b> <b>Algorithms for Graph Visualization</b> (PN 455352)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Rutter
Dozent(in) / Lecturer:	Rutter
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen Algorithms and Data Structures
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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, they can explain the complexity results presented in the lecture



	<p>and they are able to develop reductions for new layout problems that are similar to the ones from the lecture.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>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.</p> <p>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>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); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>Oral exam (about 25 minutes); The exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer</p> <p>Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben</p> <p>G. Di Battista , P. Eades, R. Tamassia, I. G. Tollis: Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs,</p>

	<p>Prentice Hall, 1999.</p> <p>M. Kaufmann und D. Wagner (eds): Drawing Graphs: Methods and Models, Springer LNCS 2025, 2001</p>
--	--

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5720 Modellierung und Beherrschung komplexer Systeme</b> <b>Modeling and Control of Complex Systems</b> <b>(PN 405129)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	de Meer
Dozent(in) / Lecturer:	de Meer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Allgemeiner Bereich“ Focus “General Area”
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 hours exercises + 85 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Verständnis von grundlegenden Modellierungstechniken aus dem Bereich komplexer Systeme, insbesondere von Modellen die auf Differenzialgleichungen und Rekursion basieren (z.B. logistisches Modell), von Netzwerkmodellen (z.B. small world) und von automatenbasierten Modellierungsverfahren. Understanding of basic modeling techniques from the field of complex systems, especially models based on differential equations and recursion based (e.g. logistic model), network models (e.g. small world) and of machines based modeling method.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Aufstellen von einfachen Modellen, Bestimmung von wesentlichen Systemeigenschaften (Fixpunkte, Bifurkationspunkte usw.) aus den Modellgleichungen. Setting up of simple models, determination of essential system properties (fixed points, bifurcation points, etc.) from the model equations.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Fähigkeit komplexe Informationstechnische Systeme auf Modelle abzubilden und die Aussagen der Modelle im Hinblick auf das Systemverhalten zu interpretieren.</p>

	Ability to model complex information technology systems on models and interpret the statements of the models in terms of the system's behavior.
Inhalt / Course content:	<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierte Eigenschaften Komplexer Systeme</li> <li>• Vertiefte Prinzipien der Modellerstellung</li> <li>• Elementare Eigenschaften von Differential- und Rekursionsgleichungen</li> <li>• Vertieftes Wissen von Zellularen Automaten,</li> <li>• Vertieftes Wissen des Zusammenhangs von Netzen und „small world“ bzw. „scale-free“ Eigenschaften</li> <li>• Kenntnisse der „Power-Law“ Verteilung</li> </ul> <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detailed characteristics of Complex Systems</li> <li>• Substantive principles of modeling</li> <li>• Elementary properties of differential and recurrence equations</li> <li>• In-depth knowledge of cellular automata</li> <li>• In-depth knowledge of the relationship of networks and "small world" and "scale-free" properties</li> <li>• Knowledge of the "power law" distribution.</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung, je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>90-minute written or 20-minute oral examination, depending on the number of listeners. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel (oder Labor/Rechner/...)</p> <p>Presentation and projector, blackboard (or laboratory/computer)</p>
Literatur / Literature/reading list:	N. Boccara, Modeling Complex Systems, Springer Verlag

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

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



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5722 Funktionale Sicherheit</b> (PN 455404) <b>Functional Safety</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	– Modul wird nicht mehr angeboten –
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	de Meer
Dozent(in) / Lecturer:	de Meer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Allgemeiner Bereich“ Focus “General Area”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hours lecture follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Stochastik, Grundlagen der Informatik, (IT-Sicherheit) Stochastics, Principles of Computer Science, (IT Security)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Verständnis der Methoden und Techniken in der System-, Hardware- und Softwareentwicklung sicherheitskritischer Systeme. Kenntnis der Architekturen sicherheitskritischer softwaregestützter Systeme. Verstehen der Analytischen Methoden zum Nachweis der funktionalen Sicherheit sowie Strategien in der Sicherheitstechnik. Kenntnis über die Prozesskategorien und Prozessgebiete von Qualitätsmanagementsystemen. Understanding of the methods and techniques in the system, hardware and software development of safety-critical systems. Knowledge of the architectures of safety-critical software-based systems. Understanding of the analytical methods for the detection of functional safety, and strategies in security technology. Knowledge of the process categories and process areas of quality management systems. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Auswahl und Anwendung geeigneter Methoden im Sicherheitslebenszyklus. Entwicklung geeigneter System-, Software und Hardware-Architekturen. Anwendung analytischer Methoden (FMEA, K-FMEDA, FTA, ETA, Markov, RBD) für den Nachweis der funktionalen Sicherheit. Nutzen von

	<p>Qualitätsmanagementsystemen im Sinne der funktionalen Sicherheit.</p> <p>Selecting and applying appropriate methods in the safety lifecycle. Development of suitable system, software and hardware architectures. Application of analytical methods (FMEA, K-FMEDA, FTA, ETA, Markov, RBD) for confirmation of functional safety. Benefits of quality management systems in terms of functional safety.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Einordnung der Methoden und Techniken entsprechend der Wirksamkeit hinsichtlich der Sicherheitsintegritäts-Levels. Selbständige Bestimmung der Eignung von Maßnahmen, Techniken und Methoden. Verantwortungsbewusstes, kooperatives und zielgerichtetes Handeln in großen Projekten.</p> <p>Classification of methods and techniques related to the effectiveness in terms of safety integrity level. Self-determination of the suitability of measures, techniques and methods. Responsible, cooperative and purposeful action in large projects.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Auf Basis der Norm IEC 61508 werden alle Gebiete der System- und Hardwareentwicklung entlang des Sicherheitslebenszyklus behandelt. Besonders geeignete Methoden und Techniken werden vertieft und an Beispielen erläutert sowie in den Übungen angewendet.</p> <p>Based on the IEC 61508 standard, all areas of system and hardware development along the security lifecycle are treated. Particularly suitable methods and techniques are discussed in greater depth, illustrated using examples and used in the exercises.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 Minuten Klausur</p> <p>90-minutes written examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel (Labor/Rechner)</p> <p>Presentation and projector, blackboard (laboratory/computer)</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Peter Löw, Roland Pabst, Erwin Petry, Funktionale Sicherheit in der Praxis, Dpunkt Verlag 2010, ISBN 978-3-89864-898-1</p> <p>IEC/DIN EN 61508 – Internationaler Standard – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/ programmierbarer elektronischer Systeme, 1998/2002</p> <p>Scheeweis, W.: Die Fehlerbaum-Methode (aus dem Themenkreis Zuverlässigkeits- und Sicherheits-Technik)</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5723 Computer Performance Evaluation (PN 462401)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	In der Regel jedes Wintersemester Usually every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	de Meer
Dozent(in) / Lecturer:	N.N.
Sprache / Language of instruction:	Vorlesung: Englisch; Übung: Deutsch/Englisch Lecture: English; Tutorial: German/English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 35 Std. Aufbereitung und Abgabe der Übungsaufgaben + 85 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 35 hours preparation and submission of exercises + 85 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlagen der Stochastik, Rechnernetze Basic stochastics, Computer Networks
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen wichtige theoretische Grundlagen sowie praktische Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge der Leistungsmodellierung und quantitativen Leistungsbewertung von Rechnersystemen und Rechnernetzen. Insbesondere sind sie mit Warteschlangenmodellen und zeitkontinuierlichen Markov-Ketten sowie deren Analyse vertraut. Students will know key theoretical principles as well as practical approaches, methods and tools for performance Modeling and quantitative performance evaluation of computer systems and computer networks. In particular, students are familiarised with queuing models and continuous-time Markov chains and how they are analysed.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden können bewährte und neue Modellierungstechniken, Analysemethoden und Softwarewerkzeuge einschätzen, auswählen und für praktisch relevante Fragestellungen anwenden. Students will be able to evaluate and select new Modeling techniques, analytical methods and software tools, as well as apply them to practically relevant problems.</p>

	<p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Sie können praktische Problemstellungen in analytische Modelle übertragen und die Leistung des untersuchten Realsystems durch die Analyse des Modells bewerten. Die Studierenden finden relevante wissenschaftliche Publikationen, können diese verstehen und eigene wissenschaftliche Beiträge ausarbeiten und präsentieren.</p> <p>Students will be able to express practical problems in terms of analytical models and evaluate the performance of the examined real system through the analysis of the model. Students will be able to find and comprehend relevant scientific publications, and to develop and present their own scientific contributions.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul vermittelt einen Überblick über die grundlegenden Methoden und Algorithmen der Leistungsmodellierung und -bewertung mit Fokus auf Rechnernetze. Ein Schwerpunkt des Kurses liegt hierbei auf der praktischen Anwendung von entsprechenden Softwarewerkzeugen. Darüber hinaus gibt der Kurs eine Einführung in die mathematischen Grundlagen, die grundlegenden stochastischen Konzepte und Algorithmen. Im Einzelnen behandelt das Modul den Modellierungsprozess und Modellvalidierung, Markov-Ketten, Warteschlangensysteme und -netze, stochastische Petri-Netze, analytische und numerische Lösungsansätze und diskrete, ereignisorientierte Simulation. Die Softwarewerkzeuge WinPEPSY, Matlab, SHARPE, MOSEL-2 und ns2 werden von den Studierenden praktisch angewendet.</p> <p>The module provides an overview of the basic methods and algorithms of performance modeling and assessment with a focus on computer networks. A focus of the course will be placed on the practical application of appropriate software tools. In addition, the course provides an introduction to the mathematical foundations, the basic stochastic concepts and algorithms. Specifically, the module covers modeling process and model validation, Markov chains, queuing systems and networks, stochastic Petri nets, analytical and numerical solutions and discrete event simulations. The software tools WinPEPSY, Matlab, SHARPE, MOSEL-2 and ns2 will be practiced by the students.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 Minuten Klausur</p> <p>90-minute written examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Beamer; ergänzende Erläuterungen an Tafel; praktische Übungen in Rechnerraum</p> <p>Presentation with a projector; additional explanations on the blackboard; practical exercises in the computer room</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekannt gegeben</p> <p>Announced during the lecture</p>
Sonstiges / miscellaneous	<p>Diese Veranstaltung wird künftig vermutlich nicht mehr angeboten</p> <p>This course will presumably not be taught in the future.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5724 Safety and Security of Critical Infrastructures</b> (PN 451006)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	de Meer
Dozent(in) / Lecturer:	de Meer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ und „IT-Security and Reliability“ Focus “Information and Communication Systems” and “ IT- Security and Reliability “
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz- + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hrs lecture follow- up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlagen der IT-Sicherheit, Rechnernetze und Computer Networks and Energy Systems von Vorteil Basics of IT Security, Computer Networks and Computer Networks and Energy Systems advantageous
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden lernen aktuelle und zukünftige Konzepte von Sicherheit in Netzen kennen. Sie erhalten Kenntnisse über die verschiedenen Bedrohungen und Angriffe sowie von der Konzeption und Implementierung von Sicherheitsdiensten zum Schutz des Netzes. Sie erlangen Kenntnisse über Methoden zur Gewährleistung von Sicherheitszielen wie Datenintegrität, Vertraulichkeit, Zurechenbarkeit und Verfügbarkeit. Bedrohungen wie Maskerade, Abhören von Daten, unberechtigter Zugang zu Services, Sabotage und Modifikation von Informationen können durch geeignete Sicherheitsdienste wie Authentifizierungsservice oder Datenintegritätsservice ausgeschaltet werden. Students will learn about current and future concepts of security in networks. They will acquire knowledge of the various threats and attacks, as well as the design and implementation of security services for the protection of the network. They will gain knowledge of methods for ensuring security goals such as data integrity, confidentiality, accountability and availability. Threats

	<p>such as masquerade, eavesdropping of data, unauthorized access to services, sabotage and modification of information can be turned off by suitable security services such as authentication services and data integrity services.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden entwickeln Fertigkeiten zum Design und Entwurf von Sicherheitsmechanismen bei verdrahteten Netzen, drahtlosen Netzen, mobilen Netzen, Sensornetzen und RFID-basierten Netzen. Sie erlangen die Fähigkeit aktuelle und künftige Konzepte der Netzsicherheit zu verstehen und zu bewerten. Durch die Analyse von verschiedenen Angriffsmethoden wie z.B. DoS oder Relay-Angriffe lernen sie, wie man geeignete Gegenmaßnahmen entwirft und in welcher Schicht des Protokollstacks welche Dienste auf welche Weise implementiert werden können, um die Angriffe zu verhindern.</p> <p>Students will develop skills to design security mechanisms in wired networks, wireless networks, mobile networks, sensor networks and RFID -based networks. They will gain the ability to understand current and future concepts of network security and evaluate them. By analyzing various attack methods such as DoS or relay attacks they learn how to design appropriate countermeasures and in what layer of the protocol stack which services can be implemented to prevent the attacks.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden sind in der Lage, an Hand der Anforderungen selbstständig die erforderlichen Sicherheitsmechanismen wie Authentifizierungsprotokolle oder Datenintegritätsmechanismen zu entwerfen und zu implementieren.</p> <p>Students will be able to understand the requirements for designing the security mechanisms such as authentication protocols and data integrity mechanisms and to implement them independently.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul beinhaltet im Bereich Netzsicherheit die Einführung in die Netzsicherheit und Sicherheitsprotokolle für Netzwerke. Weitere Inhalte sind die sichere drahtlose und mobile Kommunikation und der Bereich Sicherheit in drahtlosen Sensornetzen der die Punkte Einführung in die Sicherheit von Sensornetzen und Sicherheitsprotokolle in Sensornetzen umfasst. Zudem beinhaltet das Modul den Bereich Sicherheit im Smart Grid, dem zukünftigen intelligenten Stromnetz.</p> <p>In the network security segment, the module includes an introduction to the network security and security protocols for networks. Other topics include secure wireless and mobile communication. The security in wireless sensor networks area includes an introduction to sensor network security and security protocols in sensor networks. The module also includes the area of security for Smart Grids, the intelligent power grids of the future.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 Minuten Klausur 90-minute written examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel (Labor/Rechner) Presentation and projector, blackboard (laboratory/computer)</p>

Literatur / Literature/reading list:	<p>Yan Zhang, Security in RFID and sensor networks, Auerbach Publications, 2009, ISBN 9781420068399</p> <p>G. Schaefer, Netzsicherheit, dpunkt.verlag</p> <p>Claudia Eckert, Christoph Krauß (2011). Sicherheit im Smart Grid: Eckpunkte für ein Energieinformationsnetz, Alcatel-Lucent-Stiftung. <a href="http://www.stiftungaktuell.de/index.php?article_id=21&amp;slice=364">http://www.stiftungaktuell.de/index.php?article_id=21&amp;slice=364</a></p> <p>Claudia Eckert, Christoph Krauß (2012). Sicherheit im Smart Grid: Sicherheitsarchitekturen für die Domänen Privatkunde und Verteilnetz unter Berücksichtigung der Elektromobilität, Alcatel-Lucent-Stiftung. <a href="http://www.stiftungaktuell.de/index.php?article_id=21&amp;slice=403">http://www.stiftungaktuell.de/index.php?article_id=21&amp;slice=403</a></p>
--------------------------------------	--

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5725 Methodological Foundations of Distributed Systems (PN 405236)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	de Meer
Dozent(in) / Lecturer:	Basmadjian
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours preparation and submission of exercises + 70 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlagen der Stochastik, Rechnernetze, Computer Performance Evaluation, Verteilte Systeme Basics in stochastics, Computer Networks, Computer Performance Evaluation, Distributed Systems
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Grundlegenden Methoden und Methodologien von Analyseinstrumenten bei Verteilten Systemen mit Fokus auf Rechnernetzen. Basic methods and methodologies of analysis instruments used for distributed systems with a focus on computer networks. <u>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies:</u> Formulieren von Optimierungsproblemen bei Verteilten Systemen, analysieren der Stabilität und Reaktionsfreudigkeit kontrollierter und unkontrollierter Systeme, mathematische Modellierung der Kommunikation von Verteilten Systemen, Leistungsmodellierung und Bewertung von Rechnernetzen, modellieren von Entscheidungssituationen mit mehreren Beteiligten.
Inhalt / Course content:	Der Kurs vermittelt einen Überblick über die grundlegenden Methoden und Methodologien bei Verteilten Systemen mit Fokus auf Rechnernetzen. Ein Schwerpunkt des Kurses liegt auf dem konzeptionellen Verständnis der theoretischen Grundlagen. Darüber hinaus erfolgt eine Einführung in die



	<p>mathematischen Grundlagen sowie die grundlegenden stochastischen Konzepte und Algorithmen.</p> <p>Themen: Optimierung, Spieltheorie (Game Theory), Überwachungstheorie (Control Theory), Informationstheorie (Information Theory) und Warteschlangentheorie (Queuing Theory)</p> <p>Beispiele verwendeter Werkzeuge: Matlab, NS2, MOSEL-2, LP solvers</p> <p>The lecture gives a generic overview on fundamental methods and methodologies of Distributed Systems with focus on Computer Networking. One of the main focus of the lecture is dedicated to the conceptual understanding of the theoretical foundations of Computer Networking. Furthermore, an introduction to the mathematical principles and fundamental stochastic concepts as well as algorithms will be given.</p> <p>Topics: Optimization, Game Theory, Control Theory, Information Theory, Queuing Theory</p> <p>Example of used Tools: Matlab, NS2, MOSEL-2, LP solvers</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung, je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang bekannt gegeben.</p> <p>90-minute written or oral exam of about 20 minutes, depending on the number of participants. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation, Beamer und Tafel</p> <p>Presentation with a projector; blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>S. Keshav. Mathematical Foundations of Computer Networking, Addison-Wesley, 2012, ISBN- 13: 978-0-321-79210-5;</p> <p>Aktuelle wissenschaftliche Publikationen / current research articles</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5727 Energy Informatics</b> (PN 455338)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	de Meer
Dozent(in) / Lecturer:	N.N.
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 hours of presence + 50 hours for solution to exercises + 70 hours for lecture topics and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Recommended: Computer Networks and Energy Systems Information and communication systems Network Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Understanding of the fundamental methodologies, concepts, protocols and architectures used in the context of smart grids:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of the communication architectures for smart grids</li> <li>• Understanding of the main protocols used for data gathering and data analysis from smart meters</li> <li>• Studying techniques, strategies and security technologies used to reinforce security inside the grid, as the transferred data is sensitive and private</li> <li>• Knowledge of the new challenges to face with the new grid that will be handling a volatile generation and a pervasive load</li> </ul> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Selecting and applying appropriate methods and protocols for data gathering from smart meters. Identification of the most important parts to include in the communication infrastructure of a smart grid. Application of scheduling methods/protocols to optimize the generation of energy taking into account potential sporadic events due to the volatile nature of some energy resources. Studying and mastering the effect of pervasive load (e.g. EVs) on the grid management.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p>

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5730 Optimierung</b> (PN 405205)
Häufigkeit des Modulangebotes:	unregelmäßig
Moduldauer:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz, 90+90 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Bachelor Mathematik, Lehramt Mathematik Gymnasium
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><i>Kenntnisse:</i> Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der Optimierung sowie die theoretischen Grundlagen der Algorithmen.</p> <p><i>Fähigkeiten:</i> 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.</p> <p><i>Kompetenzen:</i> Die Studierenden haben die Kompetenz, Optimierungsprobleme zu modellieren, zu bewerten und mit Rechnerunterstützung zu lösen.</p>
Inhalt / Course content:	Grundsätzliche Optimierungsfragen, Lineare Optimierung, Spieltheorie, Nichtlineare Optimierung, Penalisierungsmethoden, Trust-Region-Methoden
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
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten/ von der Dozentin bekannt gegeben

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5731 Einführung in die Numerik</b> (PN 401814) <b>Introduction to Numerical Analysis</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 60 hours exercises + 90 hours lecture and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis II oder Mathematik in technischen Systemen Analysis II or Mathematics in Technical Systems
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden sollen grundlegende Verfahren der Numerik kennen und deren Grenzen beurteilen können. Darüber hinaus sollen sie für Genauigkeitsfragen und den Einfluss von Rundungsfehlern sensibilisiert sein.</p> <p>The students should know basic methods of numerical analysis and to evaluate their limits. In addition, they should be aware of accuracy issues and the influence of rounding errors.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Implementierung grundlegender Algorithmen, Untersuchung der Algorithmen auf Stabilität und Nutzung bestehender Software zur Lösung von numerischen Problemen.</p> <p>Implementation of basic algorithms, study of algorithms for stability and use of existing software for solving numerical problems.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Lösen von realistischen oder realitätsnahen Problemen mit Computerunterstützung, Neuentwicklung und Bewertung von Lösungsmethoden.</p> <p>Solving realistic or realistic problems with computer support, new development and evaluation of solution methods.</p>

Inhalt / Course content:	Fehleranalyse, Lösen linearer Gleichungssysteme, Modellierung von Kurven, Interpolation, Lösung nichtlinearer Gleichungen, Numerische Integration Failure analysis, solving linear systems of equations, modeling of curves, interpolation, solution of nonlinear equations, numerical integration
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	120minütige Abschlussklausur oder ca. 30 Minuten mündliche Prüfung (wird am Anfang der Veranstaltung mitgeteilt) 120-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)
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Folien, Tafel Presentation and projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	J. Stoer: Einführung in die Numerische Mathematik I, Springer, 1980. P. Deuffhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik. Eine algorithmisch orientierte Einführung, de Gruyter 1991. N. Higham, Accuracy and stability of numerical algorithms, SIAM 1996 G. Golub, Ch. Van Loan, Matrix computations, John Hopkins University Press, 1983 E. Isaacson, H.B. Keller, Analysis of numerical methods, John Wiley & Sons, 1966 W. Gautschi, Numerical analysis, an introduction, Birkhäuser 1997 Skriptum zur Vorlesung / Lecture Notes (Course reader)

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5732 Ideals in Numerical Applications</b> (PN 455363)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus "Intelligent Technical Systems"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffes 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours lecture and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I + II, Lineare Algebra I + II oder äquivalent, Grundlagen Algebra
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Computeralgebra für Idealtheorie deren Anwendung auf und Numerische Probleme. <u>Fähigkeiten</u> Die Studierenden können Beweistechniken nachvollziehen, auf verwandte Probleme aus Theorie Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis Algorithmen entwickeln. <u>Kompetenzen</u> Die Studierenden haben die Kompetenz, die Konzepte und Methoden der Computeralgebra zu verstehen, und geeignete Techniken für Anwendungsprobleme auszuwählen und zu evaluieren.
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:	Mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) 30-minute oral examination
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer

Literatur / Literature/reading list:	<p>Cohen, A. M., Cuypers, H., Sterk, M., editors (1999). Some Tapas of Computer Algebra, volume 4 of Algorithms and Computations in Mathematics. Springer.</p> <p>Cox, D., Little, J., O’Shea, D. (1996). Ideals, Varieties and Algorithms. Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 2. edition.</p> <p>Eisenbud, D. (1994). Commutative Algebra with a View Toward Algebraic Geometry, volume 150 of Graduate Texts in Mathematics. Springer.</p> <p>Gathen, J. v. z., Gerhard, J. (1999). Modern Computer Algebra. Cambridge University Press.</p>
--------------------------------------	--



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

Inhalt / Course content:	<p>Grundlegende Fragestellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>90-minute written examination or 30-minute oral examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard and faculty website at the start of the semester)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Folien, Tafel, Skript</p> <p>presentation projector, slides, blackboard, lecture notes</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning  B. Schölkopf, A. Smola, Learning with Kernels  T. Hastie, R. Tibshirami, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning  F. Cucker, D.X. Zhou, Learning Theory  Skriptum zur Vorlesung vollständig ausgearbeitet und gedruckt /  Lecture Notes</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5736 Kettenbrüche</b> <b>Continued Fractions</b> (PN 455354)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs 60 contact hours + 60 hrs exercises + 60 hrs lecture follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Numerische Mathematik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Die Studierenden kennen die wichtigsten Resultate aus der Theorie der Kettenbrüche und deren Verwendung in Anwendungen. <u>Fähigkeiten</u> Die Studierenden können Beweistechniken aus dem Gebiet der Kettenbrüche nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis Algorithmen entwickeln. <u>Kompetenzen</u> Die Studierenden haben die Kompetenz, sich Techniken aus dem Gebiet zu erschließen und passend für Anwendungsprobleme auszuwählen und zu evaluieren.
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:	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer

Literatur / Literature/reading list:	<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>5739 Geometric Modeling Project</b> (PN 455355)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus „Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs + 90 Std. Projektarbeit 90 contact hours + 90 hours independent study + 90 hours project
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II oder äquivalent
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen von CAD- und CAM-Systemen, sowie die in diesen Systemen verwendeten geometrischen Objekte. <u>Fähigkeiten</u> 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. <u>Kompetenzen</u> Die Studierenden haben die Kompetenz, die Funktionsweise von CAD-Systemen zu verstehen, geeignete Kurven- und Flächentypen für Modellierungsprobleme auszuwählen und in konkreten Fragestellungen einzusetzen.
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:	Erstellung eines Prototypen und Präsentation (30min) zum Projekt und dessen Durchführung
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer

	Presentation and projector
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekannt gegeben

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5750 Gewöhnliche Differenzialgleichungen (PN 401817)</b> <b>Ordinary Differential Equations</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	In der Regel jedes Sommersemester Usually every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein, Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein, Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Allgemeiner Bereich“ Focus “General Area”
Arbeitsaufwand / Workload:	60 + 30 Std. Präsenz, 90 + 90 Std. Eigenarbeitszeit 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II Linear Algebra I and II, Calculus I and II, or foundations of mathematics 1.2
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen die Schlüsselprinzipien über die Existenz und Eindeutigkeit der Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen, sowie einige Lösungsverfahren. Students will know the key principles of the existence and uniqueness of solutions of ordinary differential equations and some solution methods. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden. Students will be able to apply the solution methods for ordinary differential equations to topical problems in the field of mathematics and the natural sciences.
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung mittels Differentialgleichungen</li> <li>• Lösungsverfahren für spezielle Differentialgleichungen erster Ordnung</li> <li>• Existenz- und Eindeigkeitssätze von Peano und Picard-Lindelöf</li> <li>• Lösungsverfahren für lineare Differentialgleichungen und Differentialgleichungssysteme</li> <li>• Stabilitätstheorie für Lösungen autonomer Differentialgleichungen</li> </ul>

	<p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling using differential equations</li> <li>• Solution methods for specific first-order differential equations</li> <li>• Existence and uniqueness theorems of Peano and Picard-Lindelöf</li> <li>• Methods for solving linear differential equations and systems of differential equations</li> <li>• Stability theory for solutions of autonomous differential equations</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>20-minute individual oral examination or 90-minute written examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer, Übungsblätter Board, projector, exercise sheets</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>B. Aulbach, Gewöhnliche Differenzialgleichungen, Spektrum Akademischer Verlag 2004</p>



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5753 Distributionentheorie</b> <b>Distributions</b> (PN 455360)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus “Algorithmics and Mathematical Modeling”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I + II, Lineare Algebra I + II oder äquivalent
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Distributionentheorie. <u>Fähigkeiten</u> Die Studierenden können die Beweistechniken der Distributionentheorie nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertagen und auf dieser Basis eigene Beweise entwickeln. <u>Kompetenzen</u> Die Studierenden haben die Kompetenz, die Konzepte und Methoden der Distributionentheorie zu verstehen, und geeignete Analysetechniken der Distributionentheorie für Anwendungsprobleme auszuwählen oder zu entwickeln und anzuwenden.
Inhalt / Course content:	- Lokalkonvexe topologische Räume, Raum der Testfunktionen, Raum der Distributionen - Charakterisierung von Distributionen, Konvergenz, lokales Verhalten - Cauchy-Hauptwert - Integration von Distributionen und Anwendung auf gewöhnliche Differentialgleichungen - Faltung von Distributionen

	- Fourier-Transformation, Schwartz-Raum und temperierte Distributionen
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>Primary:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Walter Rudin. Functional Analysis. McGraw-Hill.</li> <li>- Wolfgang Walter. Einführung in die Theorie der Distributionen. B.I.- Wissenschaftsverlag.</li> <li>- Ahmed I. Zayed. Handbook of function and generalized function transformations. CRC Press.</li> </ul> <p>Secondary:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D. C. Champeney. A handbook of Fourier theorems. Cambridge University Press.</li> <li>- D. S. Jones. Generalized functions. McGraw-Hill.</li> <li>- Michael Reed and Barry Simon. Methods of Modern Mathematical Physics I : Functional analysis. Academic Press.</li> <li>- Laurent Schwartz. Théorie des distributions. Hermann.</li> <li>- François Trèves. Topological Vector Spaces, distributions and kernels. Academic Press.</li> </ul>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5754 Constructive Approximation</b> (PN 405244)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Sauer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus „intelligent technical systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs 90 contact hours + 90 hrs exercises + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II oder äquivalent Analysis I+II, Linear Algebra I+II or equivalent
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden und anwendungsrelevanten Konzepte und Techniken der Approximationstheorie. <u>Fähigkeiten</u> Die Studierenden können Beweistechniken der Approximationstheorie nachvollziehen und auf verwandte Probleme aus Anwendungsfragen übertragen und auf dieser Basis Algorithmen entwickeln. <u>Kompetenzen</u> Die Studierenden haben die Kompetenz, die Konzepte und Methoden der Approximationstheorie zu verstehen, und geeignete Approximationstechniken für Anwendungsprobleme auszuwählen und zu evaluieren.
Inhalt / Course content:	Qualitative Approximation: Dichtheitsaussagen und Approximation in linearen Räumen; Shape preserving approximation; Quantitative Approximation mit trigonometrischen und algebraischen Polynomen; Translationsinvariante Räume und Wavelets; Der Satz von Kolmogoroff und Neuronale Netze
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch

	<p>Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>90-minute written examination or oral examination (approx 20 minutes). The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer
Literatur / Literature/reading list:	<p>G. G. Lorentz. <i>Approximation of functions</i>. Chelsea Publishing Company, 1966.</p> <p>I. Daubechies. <i>Ten Lectures on Wavelets</i>, volume 61 of CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics. SIAM, 1992.</p> <p>P. J. Davis. <i>Interpolation and Approximation</i>. Dover Books on Advanced Mathematics. Dover Publications, 1975.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5756 Funktionalanalysis</b> <b>Functional Analysis</b> (PN 451404)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Allgemeiner Bereich“ Focus “General Area”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II, oder Grundlagen der Mathematik 1,2 Linear Algebra I and II, Analysis I and II, or the foundations of mathematics 1 and 2
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Techniken, um lineare Funktionale und Operatoren in topologischen Vektorräumen, insbesondere Banach- und Hilbert-Räumen, zu analysieren. Students know the basic theoretical techniques to analyze linear functionals and operators in topological vector spaces, in particular Banach and Hilbert spaces. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden der Funktionalanalysis bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden. Students are able to apply the methods of functional analysis to specific, topical problems in mathematics and the natural sciences.
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Vektorräume</li> <li>• Vollständigkeit, der Satz von Baire und seine Konsequenzen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvexität und Hahn-Banach-Sätze</li> <li>• Banach- und Hilbert-Räume, Dualität</li> <li>• Schwach und Schwach-*-Konvergenz</li> <li>• Spektralsatz für kompakte selbstadjungierte Operatoren</li> </ul> <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topological vector spaces</li> <li>• Completeness; the Baire Theorem and its consequences</li> <li>• Convexity and Hahn-Banach Theorems</li> <li>• Banach and Hilbert spaces; duality</li> <li>• Weak and weak-* convergence</li> <li>• Spectral theorem for compact self-adjoint operators</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>20-minute individual oral examination or 90-minute written exam.</p> <p>The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer, Übungsblätter</p> <p>Blackboard, projector, exercise sheets</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>W. Rudin, Functional Analysis, McGraw Hill, 1991.  M. Reed/B. Simon, Functional Analysis, Academic Press, 1972.  D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, 2007.  F. Hirzebruch, W. Scharlau: Einführung in die Funktionalanalysis, BI-Hochschulbücher, 1991.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5757 Fourier- und Laplace-Transformation (PN 451405)</b> <b>Fourier and Laplace Transforms</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II, oder Grundlagen der Mathematik 1,2 Linear Algebra I and II, Calculus I and II, or foundations of mathematics 1 and 2
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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.
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: <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-Summationsformel</li> <li>• Abtastatz</li> <li>• Paley-Wiener-Satz</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokale Transformationen und die Heisenbergsche Unschärferelation</li> <li>• Laplace-Transformation und ihre Inversion</li> </ul> <p>The following topics are covered:</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>20-minute individual oral examination or 90-minute written exam.</p> <p>The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer, Übungsblätter</p> <p>Blackboard, projector, exercise sheets</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Richard E. Bellman and Robert S. Roth. The Laplace Transform. World Scientific, 1984.</p> <p>Yitzhak Katznelson. An introduction to harmonic analysis. John Wiley &amp; Sons, Inc., New York, 1968.</p> <p>Rupert Lasser. Introduction to Fourier Series, volume 199 of Monographs and textbooks in pure and applied mathematics. Marcel Dekker, Inc., New York, 1996.</p> <p>Stéphane Mallat. A wavelet tour of signal processing. Academic Press, San Diego, 1997.</p> <p>Jayakumar Ramanathan. Methods of Applied Fourier Analysis. Birkhäuser, 1998.</p> <p>Joel L. Schiff. The Laplace Transform. Springer, 1999.</p> <p>P. Wojtaszczyk. A Mathematical Introduction to Wavelets. Number 37 in London Mathematical Society Student Texts. Cambridge University Press, 1997.</p> <p>Robert M. Young. An Introduction to Nonharmonic Fourier Series. Academic Press, New York, 1980.</p>



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5762 Sicheres Rechnen</b> <b>Secure Computation</b> (PN 455372)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Katzenbeisser
Dozent(in) / Lecturer:	Katzenbeisser
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
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 Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse im Bereich des Sicheren Rechnens: mit diesen Verfahren können sensitive Daten auf nicht vertrauenswürdigen Plattformen sicher verarbeitet werden. Sie lernen verschiedene Ansätze zur Konstruktion von Verfahren und Protokollen des Sicheren Rechnens basierend auf verschiedenen kryptographischen Verfahren.</p> <p>Students acquire basic knowledge of secure computation techniques, which can be used to process sensitive data on untrustworthy computing platforms. They learn various approaches to the construction of secure computation methods and protocols based on various cryptographic primitives.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden lernen Einsatzbereiche von Techniken des Sicheren Rechnens kennen. Sie erwerben die Fähigkeit, Techniken des Sicheren Rechnens in der Praxis umzusetzen.</p> <p>Students learn the application domains of techniques of secure computation. Furthermore, they acquire the abilities to implement secure computation in practice.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p>

	<p>Die Studierenden lernen die Sicherheit von Techniken des Sicheren Rechnens zu beurteilen und die für einen Anwendungsfall geeigneten Methoden zu selektieren.</p> <p>Students learn to analyze the security of techniques of „secure computation“ and are able to select the appropriate methods for a given problem domain.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul betrachtet die grundlegenden Konstruktionen des Sicheren Rechnens, die auf homomorpher Verschlüsselung, Garbled Circuits oder Secret Sharing basieren. Darüberhinaus werden prominente Anwendungen besprochen sowie Programmierwerkzeuge für Sicheres Rechnen vorgestellt.</p> <p>The module includes a discussion of the basic techniques to construct secure computation solutions, which are based on homomorphic encryption, garbled circuits or secret sharing. Furthermore, prominent applications will be discussed and programming tools for secure computation will be reviewed.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>60 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung jeweils in deutscher oder englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> <p>Written exam (60 minutes) or oral exam (about 20 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Nach Ansage in der Vorlesung</p> <p>Announced during the lecture</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5764 Advanced Security Engineering Lab</b> (PN 455345)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Katzenbeisser
Dozent(in) / Lecturer:	Katzenbeisser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	6Ü Es besteht Anwesenheitspflicht. Die Anwesenheitspflicht besteht aus folgenden Gründen: Um den Erfolg der Veranstaltung zu gewährleisten ist eine verstärkte Interaktion der Studierenden untereinander aber auch zwischen Studenten und Betreuern notwendig. Bei der Interaktion mit den Betreuern oder den Kommilitonen, können die Studierenden Probleme besprechen und Lösungsstrategien erarbeiten. Ein weiterer Grund sind die regelmäßig stattfindenden Präsentationen der Studierenden. Jeder Studierende arbeitet sich frühzeitig verstärkt in ein Gebiet der Veranstaltung ein. In der Präsentation vermittelt der Studierende sein Spezialwissen an die anderen Teilnehmer. Damit sichergestellt wird, dass die Studierenden dieses Spezialwissen vermittelt bekommen, müssen sie zu den Präsentationen anwesend sein. Der letzte Grund ist die Überprüfung der praktischen Kompetenz der Studenten. Die Studenten werden während der Anwesenheitszeit befragt um ihren Lernerfolg zu beobachten. Attendance is compulsory. This is for the following reasons: First, to ensure the success of the practicum, it is necessary to enhance the interaction among students and between students and tutors. When interacting with the tutors or fellow students, the students can discuss problems and develop solution strategies. Second, there are the regularly scheduled presentations of the students. Each student works is assigned a topic area for the practicum which he or she treats in greater detail than the others. In the presentation the student shares their detailed knowledge with the other students. To ensure the maximum benefit for all students, it should be ensured that all students are present at the presentation. Third, one of the objectives of the practicum is to test the students' practical skills. The students will be interviewed during their attendance to observe their learning success.
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. betreute Laborarbeit + 110 Std. nicht betreute Laborarbeit + 160 Nachbearbeitung 90 hours supervised laboratory work + 110 hours unsupervised lab work + 160 hours follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	12
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required	Keine

prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Technische Informatik, Advanced IT Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u>  Die Studierenden lernen fortgeschrittene Techniken der hardware-orientierten IT-Sicherheit in einem praxisorientierten Umfeld kennen, wie beispielsweise Seitenkanalangriffe, Covert Channels, Physically Unclonable Functions oder Trusted Execution Environments. Die Übungsaufgaben orientieren sich an aktuellen Forschungsarbeiten.  Students learn in a practical environment about advanced techniques of hardware-oriented cybersecurity, such as side channel attacks, covert channels, Physically Unclonable Functions and Trusted Execution Environments. Assignments are based on current research publications.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u>  Lösen anspruchsvoller Informatik-Aufgaben aus dem Bereich der IT Sicherheit unter praktisch experimenteller Anwendung des im Studium vermittelten Theorie- und Methodenwissens. Entwurf von IT-Sicherheitsarchitekturen auf Basis von Primitiven der hardware-orientierten Sicherheit. Recherche aktueller Publikationen zum übergeordneten Projektthema. Zudem lernen die Studierenden die gegenseitige Vermittlung der inhaltlichen Grundlagen.  Solve challenging computer science tasks in the field of IT security under practical experimental application of operations in the study of theories and methods. Construction, modification and analysis of security infrastructures which are based on hardware security primitives. Research in the latest scientific literature on the project topic. Finally, students learn to relate the theoretical underpinnings to each other.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u>  Beurteilung der Sicherheitseigenschaften von Sicherheits-Infrastrukturen. Problemlösungskompetenz und Transferkompetenz, der Theorie- und Methodenschatz der Informatik kann auf komplexe, praktische Probleme der IT Sicherheit angewendet werden. Bearbeitung komplexer, konstruktiver und experimenteller Aufgaben aus dem Bereich der hardware-orientierten IT-Sicherheit.  Assessment of the security properties of security infrastructures. Problem-solving skills and knowledge transfer skills; ability to apply the theories and methods of computer science to complex, practical problems of IT security. Ability to process complex, constructive and experimental problems in the field of hardware-oriented security.</p>
Inhalt / Course content:	Fortgeschrittene Techniken der hardware-orientierten IT-Sicherheit, basierend auf aktuellen Forschungsarbeiten, wie beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seitenkanalangriffe</li> <li>• Covert Channels</li> <li>• Physically Unclonable Functions</li> <li>• Trusted Execution Environments</li> </ul>

	<p>Advanced techniques of hardware-oriented cybersecurity, based on current research publications, such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Side channel attacks</li> <li>• Covert Channels</li> <li>• Physically Unclonable Functions</li> <li>• Trusted Execution Environments</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Das Modul ist in Themenabschnitte unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade unterteilt. Die Studierenden lösen im Team für jeden dieser Abschnitte ein praktisches Problem. Die Schritte der Problemlösung werden in einem Bericht dokumentiert. Nach Fertigstellung der Lösung wird diese den anderen Teilnehmern der Übung präsentiert (Dauer der Präsentation: ca. 30 Minuten). Die Kombination aus Protokollen und zugehöriger Präsentation stellt sicher, dass die erarbeiteten Lösungen und das zugehörige Wissen nicht nur schriftlich dargelegt wird, sondern auch praktisch angewendet werden kann.</p> <p>The module is divided into topic segments of varying difficulty. Students develop in a team a practical problem. The solution is documented in a report. The report is presented to other students when it is complete (duration of presentations: 30 minutes). The combination of protocols and associated presentation ensures that the solutions and the associated knowledge demonstrated can not only be written down, but can also be applied practically.</p>
Modulnote:	<p>Basierend auf Projektbericht sowie Präsentationen. Based on project report and presentation.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Labor, Rechner, Beamer Laboratory, computer, projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Richtet sich nach den variierenden konkret vergebenen Themen. Depends on the (changing) assignments</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5767 Hardware-basierte Sicherheit</b> (PN 455381) <b>Hardware-Oriented Security</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Katzenbeisser
Dozent(in) / Lecturer:	Katzenbeisser
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse im Bereich der hardware-orientierten Sicherheit: mit diesen Verfahren können effektiv moderne Rechnerplattformen abgesichert werden. Sie lernen verschiedene Klassen von Verfahren der Hardware-Sicherheit kennen und können diese auf neue Problemstellungen anwenden. Students acquire basic knowledge of hardware-oriented cybersecurity techniques, which can be used to protect modern computing platforms. They learn various classes of hardware-security primitives and are able to apply them to new problems.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden lernen Einsatzbereiche von Techniken der hardware-orientierten Sicherheit kennen. Sie erwerben die Fähigkeit, die besprochenen Techniken in der Praxis umzusetzen. Students learn the application domains of techniques of hardware security. Furthermore, they acquire the abilities to apply the discussed techniques in practice.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden lernen die Sicherheit von Methoden der hardware-basierten Sicherheit zu beurteilen und die für einen Anwendungsfall geeigneten Methoden zu selektieren.</p>

	Students learn to analyze the security of hardware-based security primitives and are able to select the appropriate methods for a given problem domain.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufallszahlengeneratoren</li> <li>• Physically Unclonable Functions</li> <li>• Hardware-Trojaner</li> <li>• Seitenkanalangriffe gegen kryptographische Implementierungen</li> <li>• Trusted Platform Modules und Trusted Execution Environments</li> <li>• Techniken des Remote Attestation</li> <li>• Covert Channels</li> <li>• Effiziente Implementierung kryptographischer Verfahren</li> </ul> <p style="text-align: center;">- - -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• True Random Number Generators</li> <li>• Physically Unclonable Functions</li> <li>• Hardware Trojans</li> <li>• Side channel attacks against cryptographic implementations</li> <li>• Trusted Platform Modules and Trusted Execution Environments</li> <li>• Remote Attestation techniques</li> <li>• Covert Channels</li> <li>• Efficient implementation of cryptographic primitives</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>60 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung jeweils in deutscher oder englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer.</p> <p>60 minute written exam or 20 minute oral exam in German or English</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Nach Ansage in der Vorlesung.</p> <p>Announced during the lecture.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5768 Eisenbahnsicherungstechnik</b> (PN 451008)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Katzenbeisser
Dozent(in) / Lecturer:	Katzenbeisser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “ IT Security and Reliability ”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 60 lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundkenntnisse in zuverlässigen und sicheren Systemen Basic knowledge in reliable and secure systems
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden lernen die Grundlagen des sicheren Bahnbetriebs sowie die hierzu verwendeten technischen Systeme kennen.</p> <p>The students acquire a systematic understanding of the rules of safe train operation as well as technical systems that are used in that domain.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, die Sicherheit sowie die Zuverlässigkeit von Eisenbahnsicherungsanlagen einzuschätzen und einfache Analysen selbst durchzuführen.</p> <p>The students have the ability to assess the security as well as the safety of railway interlocking systems; they are able to perform simple analyses independently.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz die Sicherheitsanforderungen im Bahnbetrieb zu verstehen und diese auf neue Projekte anzuwenden.</p> <p>The students have the competence to understand the safety and security requirements in railway operations and are able to apply this knowledge to new projects.</p>



Inhalt / Course content:	<p>Dieses Modul bespricht die Grundlagen des sicheren Bahnbetriebs sowie die technischen Einrichtungen, die hierzu eingesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in den sicheren Bahnbetrieb in Deutschland</li> <li>• Überblick über die in Deutschland eingesetzte Stellwerkstechnik (mechanische und elektromechanische Stellwerke, Relaisstellwerke sowie digitale Stellwerke)</li> <li>• Grundlagen zur Analyse der Zuverlässigkeit der eingesetzten Technologie</li> <li>• Grundlagen der IT-Sicherheit in der Stellwerkstechnik</li> </ul> <p>This module discusses basic methods of safe train operation as well as technical systems that are used in that domain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to safe train operation in Germany</li> <li>• Overview of the interlocking systems that are used in Germany (mechanical and electromechanical systems, relais-based interlocking, and digital systems)</li> <li>• Introduction to the safety analysis for interlocking systems</li> </ul> <p>Introduction to cybersecurity for interlocking systems</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Seminararbeit von ca. 10 Seiten und Vortrag (ca. 30 Minuten) ggf. Gruppenarbeit</p> <p>Seminar paper of approx. 10 pages and presentation (approx. 30 minutes) possibly group work</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Beamer und Tafel</p> <p>Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	-

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

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5772 Data Modelling and Data Processing in the Internet of Things</b> (PN 455386)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Kosch, Käbisch
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30 + 15 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben, Vor- und Nachbereitung 30 + 15 contact hours + 105 hrs exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen die Grundlagen der aktuellen Datenmodellierungs-Ansätze und deren Verarbeitung im Kontext der Internet of Things (IoT) Domäne. Sie können Datenmodelle von beteiligten IoT Systemen beschreiben und wenden Techniken an, um diese zu verarbeiten und zu interpretieren, um u.a. eine Interaktion zu anderen IoT Systemen zu ermöglichen (Plug&Play). Sie kennen den Einsatz von standardisierten (semantischen) Web-Technologien im Umfeld von W3C Web of Things (WoT) und können aktuelle Anwendungen in verschiedenen Bereichen der Industrie, u.a. Automatisierung, Energie- und Verkehrssysteme an Hand ihrer Services beschreiben.  Students gain an understanding of the basics of current data modeling approaches and their processing in the context of the Internet of Things (IoT) domain. They are able to describe data models of participating IoT systems and apply techniques to process and interpret them, for example, to enable interaction with other IoT systems (Plug&Play). They will be familiarized with the use of standardized (semantic) web technologies in the context of the W3C Web of Things (WoT) and can describe current applications in various areas of industry, including automation, energy and transport systems through their services.

	<p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Teilnehmer können grundlegende Ansätze der Datenmodellierung für Internet of Things-Systeme implementieren. Sie sind befähigt Servicebeschreibungen für konkrete Fragestellungen und Anwendungen im Web of Things zu verfassen.</p> <p>Participants will be equipped to implement fundamental approaches to data modeling for Internet of Things systems. They will be able to write service descriptions for concrete questions and applications in the Web of Things.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erlernen grundlegende und praktische Kompetenzen in der Konzeption von IoT-Systemen und mit den Technologie Blöcken der W3C Web of Things, sowie in der Anwendung mit semantischen Web-Technologien.</p> <p>Students learn basic and practical skills in the design of IoT systems, the technology blocks of the W3C Web of Things, as well as in the application of semantic web technologies.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Internet-of-Things (IoT)-Systeme sammeln und aggregieren Sensordaten von physischen Produkten. Damit können Steuerungen optimiert, innovative Services angeboten und neue Geschäftsmodelle entwickelt werden. IoT-Systeme brauchen ein intelligentes Datenkonzept und Datenmanagement, das neben dem Sammeln und Aggregieren auch das Auswerten der Sensordaten berücksichtigt.</p> <p>Die Vorlesung gliedert sich in drei Teilen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in IoT und verschiedene Web Technologien relevant für IoT-Systeme <ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT Systeme, u.a., Mikrokontroller</li> <li>• IoT Frameworks and Architectures (e.g., Vorto)</li> <li>• JSON, JSON Schema, RDF, JSON-LD 1.1</li> <li>• IoT Datastores, u.a von IoT Cloud Systemen</li> </ul> </li> <li>2. Datenmodellierungstechnologien für die IoT <ul style="list-style-type: none"> <li>• WoT Building Blöcke: Thing Model, Thing Description und Binding Templates</li> <li>• Semantische Modellierung (Kontexterweiterung)</li> </ul> </li> <li>3. Datenverarbeitungsmechanismen im IoT <ul style="list-style-type: none"> <li>• WoT API</li> <li>• Discovery</li> <li>• Security</li> <li>• Datenkodierung</li> <li>• Datenverarbeitung</li> </ul> </li> </ol> <p>---</p> <p>Internet-of-Things(IoT) systems collect and aggregate sensor data from physical products. This enables control systems to be optimised, innovative services to be offered and new business models to be developed. IoT systems require an intelligent data concept and data management that takes into account not only</p>

	<p>the collection and aggregation but also the evaluation of sensor data.</p> <p>The lecture is divided into 3 parts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to IoT and different web technologies relevant for IoT systems. <ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT Systems, such as, microcontroller</li> <li>• IoT Frameworks and Architectures (e.g., Vorto)</li> <li>• JSON, JSON Schema, RDF, JSON-LD 1.1</li> <li>• IoT Datastores, such as from IoT Cloud Systems</li> </ul> </li> <li>2. Data Modeling technologies for IoT <ul style="list-style-type: none"> <li>• WoT Building Blocks: Thing Model, Thing Description und Binding Templates</li> <li>• Semantic Modeling (Context Extension)</li> </ul> </li> <li>3. Data processing mechanisms in IoT <ul style="list-style-type: none"> <li>• WoT API</li> <li>• Discovery</li> <li>• Security</li> <li>• Data coding</li> <li>• Data processing</li> </ul> </li> </ol>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>90-minute written or 20-minutes oral examination; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester on a notice board and on the faculty's website.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Projektor</p> <p>Projector presentation</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben.</p> <p>Die Literatur wird vom Dozenten zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.</p> <p>To be announced by the lecturer.</p> <p>The literature will be announced by the lecturer at the beginning of the lecture.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5773 Implementierung von Datenbanksystemen (PN 405069)</b> <b>Implementation of Database Systems</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	– Modul wird nicht mehr angeboten –
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Kosch
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 65 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 65 hrs exercises + 60 lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Systeminterna und Implementierung von Datenbanksystemen. Students acquire in-depth knowledge of system internals and implementation of database systems. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden haben die Fähigkeit, Datenbank-Tuning in der Praxis durchzuführen. Students will acquire the ability to database tuning in practice. <u>Kompetenzen / Competencies</u> 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.
Inhalt / Course content:	Diese Vorlesung soll einen Überblick über aktuelle Konzepte der Implementierung von Datenbanksystemen (DBS), insbesondere relationaler Datenbanken geben. Dabei wird zunächst auf allgemeine Anforderungen an Datenbanksysteme



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

Inhaltliche Gliederung: Architekturen von DBS Blockorientierte Zugriffsschnittstelle

E/A-Architekturen und Speicherhierarchien Speichertechnologie Externspeicherverwaltung

DBS-Pufferverwaltung Datensatzorientierte Zugriffsschnittstelle Speicherungsstrukturen für Datensätze und Objekte

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

Mengenorientierte Zugriffsschnittstelle Anfragebearbeitung und Optimierung Verteilte Datenbanksysteme

Details aktueller Datenbanksystemversionen, Oracle und IBM DB2

- - -

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

Content structure: Architectures of DBS block -oriented access interface, I/O architectures and memory technology memory hierarchies, external memory management, DBS buffer management, record -oriented access interface, storage structures for records and objects

	<p>Index structures, e.g. B- tree family, hashing, multidimensional index structures</p> <p>Quantity -based access interface query processing and optimization of Distributed Database Systems</p> <p>Details of current database system versions, Oracle and IBM DB2.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min schriftliche Klausur</p> <p>90-minute written examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Folien-orientierte Vorlesung, Tafelbenützung bei Beispielen, zusätzlichen Erläuterungen und zu erklärenden Sachverhalten:</p> <p>Wöchentliche Übungen in kleinen Gruppen. Dabei werden Präsenzaufgaben sowie die Musterlösungen zu den Übungsaufgaben vorgerechnet.</p> <p>Erwartete Aktivitäten der Studierenden: Mitarbeit bei Präsenzübungen, Übungsaufgaben, selbständiges Studium von sekundärer Literatur.</p> <p>Folienskript ist vorhanden und über Stud.IP zugänglich.</p> <p>- - -</p> <p>Slides-oriented lecture, panel use with examples, additional explanations and explanatory facts:</p> <p>Weekly tutorials in small groups. The presence tasks and the sample solutions are pre-calculated to the exercises</p> <p>Expected activities of students: Participation in compulsory and voluntary tutorials, independent study of secondary literature</p> <p>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>5777 Privacy-Preservation Technologies in Information Systems</b> (PN 472215)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kosch
Dozent(in) / Lecturer:	Gerl
Sprache / Language of instruction:	English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe "Informations- und Kommunikationssysteme" Focus "Information and Communication Systems"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1UE
Arbeitsaufwand / Workload:	30 + 15 contact hours + 105 hours of exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Technologien zur Wahrung der Privatsphäre in Informationssystemen. Sie kennen auch die rechtlichen Grundlagen des Datenschutzes in Europa (GDPR), welche den technischen Möglichkeiten gegenübergestellt werden. Die Studierenden kennen die Unterschiede zwischen Privatsphäre und Anonymität, kennen Prinzipien für Angriffe auf die Privatsphäre und die Anonymität und Methoden zur Wahrung dieser. Die Studierenden kennen die besonderen Rahmenbedingungen in relevanten Anwendungsfällen für Informationssysteme, wie z.B. medizinische Informationssysteme oder Data Warehouses.</p> <p><u>Skills:</u> The students know the core concepts of technologies used for the protection of privacy in information systems. The students also know the legal basis of data protection in Europe (GDPR), which is contrasted to the technical possibilities. The students know the differences between privacy and anonymity, know principles for attacks on privacy and anonymity and methods to protect them. The students know the special requirements in relevant use cases for information systems, such as medical information systems or data warehouses.</p> <p><u>Fähigkeiten:</u> Die Studierenden der Lehrveranstaltung beherrschen die Auswahl und Anwendung von geeigneten Methoden zum Schutz der Privatsphäre und Anonymität in Informationssystemen unter Berücksichtigung der spezifischen</p>

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5780 Computeralgebra</b> (PN 455358) <b>Computer Algebra</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer, Sauer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer, Sauer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 75 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 75 hours exercises + 75 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II Linear Algebra I and II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Algorithmen der Computeralgebra, insbesondere die Methoden und Anwendungen der Gröbner-Basen. Neben den theoretischen Grundlagen sind sie auch mit konkreten Implementationen dieser Algorithmen vertraut.</p> <p>The students know the basic algorithms of computer algebra, in particular the methods and applications of Gröbner bases. In addition to the theoretical foundations they are familiar with concrete implementations of these algorithms.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden können wichtige Methoden der Computeralgebra selbständig in einem Computeralgebrasystem implementieren. Sie sind in der Lage, für konkrete Fragestellungen geeignete Algorithmen zu finden oder zu entwickeln, deren Korrektheit zu beweisen und deren Effizienz einzuschätzen.</p> <p>Students can implement important methods of computer algebra independently in a computer algebra system. You are able to find or to develop suitable algorithms for specific questions, to prove their correctness, and evaluate their efficiency.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p>

	<p>Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen der theoretischen Informatik und der algorithmischen Mathematik.</p> <p>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 as well as self-reflective skills in relation to interdisciplinary connections between theoretical Computer Science and computational mathematics.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Die Vorlesung beginnt mit der Diskussion der den modernen Verfahren der Computeralgebra zu Grunde liegenden mathematischen Strukturen (Zahlbereiche, Polynome) und ihrer effektiven Implementation. Darauf aufbauend erhalten die Studierenden eine Einführung in die Methode der Gröbner-Basen und lernen die wichtigsten algorithmischen Anwendungen dieser Methode kennen. Schließlich werden die Algorithmen auf konkrete Berechnungsprobleme (z.B. die Lösung von Gleichungssystemen) angewendet.</p> <p>The lecture begins with a discussion of the past to modern methods of computer algebra underlying mathematical structures (number ranges polynomials) and their effective implementation. Based on this, students receive an introduction to the method of Groebner bases and learn the most important algorithmic applications of this method. Finally, the algorithms are applied to concrete computational problems (e.g. the solution of systems of equations).</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>120minütige Abschlussklausur oder ca. 30 Minuten mündliche Prüfung (wird am Anfang der Veranstaltung mitgeteilt)</p> <p>120-minute written examination or 30-minute oral examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard and faculty website at the start of the semester)</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation</p> <p>Blackboard, Projector presentation</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>M. Kreuzer und L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 1, Springer, Heidelberg 2000</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5781 Algorithmische Algebraische Geometrie (PN 405154)</b> <b>Computational Algebraic Geometry</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbereitung der Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Computeralgebra Linear Algebra I and II, Computer Algebra
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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



	<p>algebra system to solve problems in algebraic geometry or perform sample calculations.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen der theoretischen Informatik und der algorithmischen Mathematik.</p> <p>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>120minütige Abschlussklausur</p> <p>120-minute final written examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation</p> <p>Blackboard, Projector presentation</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>M. Kreuzer und L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 2, Springer, Heidelberg 2005</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5782 Kryptographie</b> (PN 401816) <b>Cryptography</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	In der Regel jedes 2. Semester Usually every other semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer, Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer, Zumbrägel
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ oder „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus “IT Security and Reliability” or “Algorithmics and Mathematical Modeling”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 75 Stunden, Übungsaufgaben 60 Stunden, Nachbereitung der Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung 75 Stunden 75 contact hours, exercises 60 hours, Independent study and exam preparation 75 hours
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I Linear Algebra I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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

	<p>modernen Kryptographie und beherrschen einfache Beweise und Anwendungen dieser Theorie.</p> <p>Students can examine and assess the security of a cryptosystem. For specific requirements, they can determine suitable cryptosystems and cryptographic protocols and test their usability safe. They understand the mathematical foundations of modern cryptography and master simple proofs and applications of this theory.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen den Fragen der IT-Sicherheit und der zugehörigen informationstheoretischen und algorithmischen Grundlagen.</p> <p>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>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>90minütige 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>

	Approx. 20-minute oral or 90-minute written examination (the mode of assessment will be announced on the noticeboard and faculty website at the start of the semester).
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 Codierungstheorie</b> <b>Coding Theory</b> (PN 463030)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 60 hours exercises + 75 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I Linear Algebra I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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 <u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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 selbständig 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

	<p>their efficiency. You are able to edit basic computation tasks independently and perform simple proofs.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studenten erwerben evaluative Kompetenzen in Bezug auf die Verknüpfung der theoretischen Inhalte ihres Studiums mit praxisnahen Problemstellungen, organisatorische Kompetenzen in Bezug auf ihr Zeit- und Arbeitsmanagement, sowie selbstreflexive Kompetenzen in Bezug auf interdisziplinäre Verbindungen zwischen der modernen Datentechnik, der theoretischen Informatik und der algorithmischen Mathematik.</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>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:	<p>90minütige Abschlussklausur</p> <p>90-minute written final examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafelanschrieb, Beamer-Präsentation</p> <p>Blackboard, Projector presentation</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>J.H. van Lint, Introduction to Coding Theory, Springer, New York 1982</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5790 Struktur und Implementierung von Programmiersprachen</b> (PN 405010)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Größlinger
Dozent(in) / Lecturer:	Größlinger
Sprache / Language of instruction:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden sind mit den Techniken der syntaktischen und semantischen Sprachbehandlung von Übersetzern und Interpretern vertraut</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden sind in der Lage, prototypische sprachverarbeitende Systeme eigenständig zu erstellen. /</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u> Die Studierenden sind in der Lage, Software Entwicklungsarbeiten mit der Erstellung kleinerer, domänenspezifischer Programmiersprachen zu unterstützen oder Anpassungen an größeren sprachverarbeitenden Systemen vorzunehmen.</p>
Inhalt / Course content:	Behandlung der verschiedenen Phasen eines Übersetzers: Scanning (Erstellung eines Tokenstroms), Parsing (Erstellung eines Parsebaums), semantische Analyse (vornehmlich Typüberprüfung), Zwischencodegenerierung und -optimierung, Aufgaben des Laufzeitsystems (vornehmlich Speicherzugriff und -verwaltung).
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min. Klausur (zur Klausurzulassung Bearbeitung von Übungen)
Medienformen / Media used:	Beamer, Tafel, Overheadprojektor
Literatur / Literature/reading list:	Aho, Lam, Sethi, Ullman: Compilers - Principles, Techniques and Tools. Addison-Wesley.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5791 Funktionale Programmierung</b> (PN 405053) <b>Functional Programming</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Griebel, Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Griebel, Fraser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “programming and software systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden sind mit dem Paradigma der funktionalen Programmierung vertraut und können es anwenden und anderen Programmierparadigmen, insbesondere dem der imperativen Programmierung, gegenüberstellen.</p> <p>The students will be familiar with the paradigm of functional programming and can apply it for other programming paradigms, particularly the imperative programming face.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, funktionale Programme zu schreiben und die Theorie der funktionalen Programmierung zur Optimierung von Programmen zu nutzen. Insbesondere haben sie detaillierte Kenntnis der Programmiersprache Haskell.</p> <p>Students will be able to write functional programs and to use the theory of functional programming for optimization of programs. In particular, they will have detailed knowledge of the programming language Haskell.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Mit der funktionalen Programmierung erschließt sich den Studierenden ein wichtiges, weiteres Programmierparadigma (neben der imperativen und objektorientierten</p>



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

Modulbezeichnung / Module title	<b>5795 Virtuelle Maschinen und Laufzeitsysteme (PN 405197)</b> <b>Virtual Machines and Runtime Systems</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Größlinger
Dozent(in) / Lecturer:	Größlinger
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems”
Lehrform	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nach- bearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hours exercises + 75 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse</u></p> <p>Die Teilnehmer kennen die unterschiedlichen Typen von virtuellen Maschinen und deren Einsatzgebiete, sowie verschiedene Implementierungsmethoden. Die Teilnehmer kennen gängige Optimierungs- und Profilingtechniken, sowie die Grundlagen der Speicherbereinigung und Ausnahmebehandlung. Außerdem kennen sie das C-Laufzeitsystem und seine Eigenschaften im Hinblick auf Virtualisierung und gemeinsamer Betriebsmittelnutzung.</p> <p><u>Fähigkeiten</u></p> <p>Die erfolgreichen Teilnehmer können eine virtuelle Maschine für einen gegebenen Befehlssatz implementieren, sowohl mittels eines Interpreters als auch eines Just-In-Time-Compilers. Die Teilnehmer beherrschen wichtige Optimierungstechniken der Just-In-Time-Kompilation und können diese umsetzen.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Einsatzgebiete für virtuelle Maschinen zu erkennen, die Vor- und Nachteile verschiedener Typen von virtuellen Maschinen für einen gegebenes Einsatzgebiet unter verschiedenen Aspekten zu beurteilen und einen geeigneten Typ von virtueller Maschine</p>

	auszuwählen. Weiterhin können die Teilnehmer Optimierungspotenziale beim Einsatz virtueller Maschinen beurteilen.
Inhalt / Course content:	Grundlagen der Virtualisierung Speicherverwaltung und gemeinsame Betriebsmittelnutzung im C-Laufzeitsystem Typen von virtuellen Maschinen Implementierungstechniken für virtuellen Maschinen, Speicherbereinigung und Ausnahmebehandlung Profiling und Optimierung der Programmausführung in einer virtuellen Maschine
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min Klausur 90-minute examination
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Beamer und Tafel, Übungsaufgaben Projector presentation and blackboard, exercises
Literatur / Literature/reading list:	J. Smith, R. Nair, Virtual Machines: Versatile Platforms for Systems and Processes, Morgan Kaufmann, 2005 Eigene Vorlesungsfolien / Lecture slides

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5796 Domänenspezifische Sprachen</b> (PN 405204) <b>Domain-Specific Languages</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Größlinger
Dozent(in) / Lecturer:	Größlinger
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “programming methods and software systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung I + II, Grundlagen der Informatik Programming I + II, Fundamentals of Computer Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen die Einsatzgebiete sowie Vor- und Nachteile domänenspezifischer Sprachen (DSLs) und Techniken zur Implementierung von DSLs.</p> <p>Students will be familiar with the application fields, advantages and disadvantages of domain-specific languages (DSLs) and techniques for implementing DSLs.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden haben die Befähigung, DSLs anzuwenden, Compiler/Interpreter (inkl. Optimierer) für DSLs mit verschiedenen Ansätzen zu implementieren sowie DSLs im Software-Engineering vorteilhaft einzusetzen.</p> <p>Students will have the ability to implement DSLs compiler/interpreter (including optimizer) for DSLs with different approaches and DSLs in software engineering used advantageously.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erkennen Anwendungsfälle, die für DSLs geeignet sind, entwickeln ggf. eine geeignete DSL und implementieren diese mit aktuellen Technologien.</p>

	Students acquire the skills to identify use cases that are suitable for DSLs, possibly develop a suitable DSL and implement this with current technologies.
Inhalt / Course content:	<p>Abgrenzung zwischen DSLs und universellen Programmiersprachen, Beispiele für DSLs (u.a. eingebetteter Parser, SQL, C++ Templates, UML, XML, GUI-Beschreibungssprachen).</p> <p>Anwendungsgebiete von DSLs, u.a. Software-Engineering (Beziehung u.a. zu UML, Model-Driven Architecture, „Language Workbenches“, Intentional Programming), visuelle Programmierung, Compilerbau, Hochleistungsrechnen.</p> <p>Kosten-Nutzen-Abwägung beim Einsatz von DSLs, „gutes“ Design von DSLs. Kritische Diskussion der Vor- und Nachteile des Einsatzes von DSLs.</p> <p>Implementierung von DSLs als interne und externe Sprache.</p> <p>Herausforderungen bei der Implementierung von DSLs (u.a. semantische Analyse, Fehlermeldungen), Implementierung domänenspezifischer Optimierer und Codegeneratoren.</p> <p>---</p> <p>Demarcation between DSLs and purpose programming languages, examples of DSLs (including embedded parsers, SQL, C++ templates, UML, XML, GUI description languages).</p> <p>Applications of DSLs, among others, Software engineering (relationship among other things to UML, Model-Driven Architecture, "Language Workbenches" Intentional Programming), visual programming, compilers, and high performance computing.</p> <p>Cost-benefit assessment in the use of DSLs, "good" design of DSLs. Critical discussion of the advantages and disadvantages of the use of DSLs.</p> <p>Implementation of DSLs as internal and external language.</p> <p>Challenges in the implementation of DSLs (e.g. semantic analysis, error messages), implementation of domain-specific optimizer and code generators.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 min. Klausur</p> <p>90-minute examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Blackboard, Projector presentation, overhead projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Vorlesungsfolien / Lecture slides</p> <p>Domain-specific languages. Martin Fowler, Addison-Wesley, 2011</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5800 Mixed Reality</b> (PN 405216)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Grubert
Dozent(in) / Lecturer:	Grubert
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 105 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	SEP oder MES Praktikum, Bildverarbeitung, Programmierung in Java oder Programmierung 1+2, Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen Grundlagen und Anwendungen von Mixed Reality Systemen. Insbesondere sind die Studierenden befähigt Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Augmented Reality und Virtual Reality Systemen, sowie artverwandten Techniken zu erklären. Weiterhin können Registrierungs- und Trackingverfahren, Displaysysteme, Renderingalgorithmen und Interaktionsmethoden charakterisiert werden. Besonderheiten der mobilen Augmented Reality und immersiver Virtual Reality erklärt werden.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden beherrschen theoretische und praktische Fragestellungen von Mixed Reality Systemen. Insbesondere sind sie befähigt ein rudimentäres Augmented Reality Systeme bestehend aus Tracking-, Rendering-, und Interaktionskomponenten programmiertechnisch umzusetzen. Dazu benötigte grundlegende Algorithmen können sie erklären und ggf. mit alternativen Algorithmen vergleichen (z.B. Einsatz von verschiedenen Merkmalsdeskriptoren). Sie sind weiterhin befähigt relevante Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion in Mixed Reality Umgebungen anzuwenden (z.b. Objektselektierungsverfahren).</p>

	<p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von Mixed Reality Systemen. Insbesondere werden Kompetenzen zum modulbasierten Erstellen einer komplexen Augmented Reality Software erlernt. Weiterhin sind die Studierenden befähigt einzelne Module auch auf andere Problemstellungen anzuwenden (z.B. Objekterkennung).</p>
Inhalt / Course content:	<p>Grundlagen und Geschichte der Mixed Reality</p> <p>Mixed Reality Kontinuum. Unterschiede zwischen Augmented Reality und Virtual Reality. Augmented Reality Kernmodule. Augmented Reality Plattformen.</p> <p>Registrierungs- und Tracking Grundlagen. Unterschiede zwischen räumlicher und visueller Registrierung. Unterschiede zwischen Registrierung und Tracking. Mixed Reality Anforderungen and Trackingsysteme. Taxonomie von Trackingsystemen. Überblick über ausgewählte Trackingsysteme.</p> <p>Kamerakalibrierung. Bedeutung der Kamerakalibrierung für Mixed Reality Systeme. Lochkameramodell. Extrinsische und Intrinsische Kameraparameter. Verzeichnung. Algorithmen zur Kamerakalibrierung.</p> <p>Grundlagen des Markertracking. Markertracking Pipeline.</p> <p>Natural Feature Tracking. Grundlagen. Was sind gute Features? Merkmalsdetektion, -beschreibung, und –matching. Ausgewählte Merkmalsdetektoren und – deskriptoren. Template-basiertes Tracking. Erweiterte Trackingverfahren (Deformierbare Oberflächen, SLAM).</p> <p>Szenengraphen. Unterschiede low-level APIs (OpenGL) und Szenengraphen. 3D Engines. Knoten. Modelieren von Szenen mittels Knotenhierarchien. Graphentraversierung. Intersection und Picking.</p> <p>Grundlagen des Mixed Reality Renderings. Erstellung von Video-See-Through Augmented Reality Szenen mittels Szenengraphen.</p> <p>Displaysysteme. Displayeigenschaften. Mensch-zentrierte Displaytaxonomie. Head-Mounted Displays. Optische vs. Video-See-Through Displays. Immersive VR Displays. Handheld Displays. Projektive Displays. Formveränderbare Displays. Multi-Display Umgebungen.</p> <p>Optische See-Through Kalibrierung. Unterschiede und Gemeinsamkeiten zur Kamerakalibrierung.</p> <p>Datensammlungsmethoden. Bestätigungsmethoden.</p> <p>Evaluierungsmethoden. Rekalibrierung. (Semi-) automatische Kalibrierung.</p> <p>Erweitertes Mixed Reality Rendering. User Perspective vs. Device Perspective Rendering. Simulieren von Kameraartefakten. Schätzung der Umgebungsbeleuchtung.</p> <p>Augmented Reality Visualisierungstechniken. X-Ray. Ghosting. Cut Aways. Explosionsdiagramme. Labeling.</p> <p>Cluttermanagement. Informationsfilterung.</p>

	Mixed Reality Interaktionstechniken. Interaktionsaufgaben. Interaktionsgeräte. Touchbasierte Interaktion. Räumliche Interaktion. Multimodale Interaktion.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Portfolio-Prüfung;</p> <p>Mögliche Portfoliobestandteile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schriftliche Teilprüfung</li> <li>- Technischer Bericht</li> <li>- Dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für einzelne Module</li> <li>- Live Systemdemonstration</li> <li>- Erstellung von Videodemonstrationen</li> <li>- Präsentation der erstellten Materialien unter Einsatz geeigneter Präsentationstechniken, z.B. PowerPoint</li> <li>- Teilpräsentationen zu Einzelleistungen</li> <li>- Laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument.</li> <li>- Abschlusspräsentation</li> </ul> <p>Die Bearbeitung der Portfolio-Leistungen erfolgt begleitend zur Lehrveranstaltung. Die Bearbeitungszeit der einzelnen Bestandteile der Portfolioprüfung darf dabei 4 Wochen nicht übersteigen. Die letzte Leistung ist bis spätestens 4 Wochen nach Ende der Vorlesungszeit zu erbringen.</p> <p>Der Umfang eines einzelnen technischen Berichtes soll dabei 10 Seiten nicht übersteigen. Der Umfang eines Teilberichts soll dabei 5 Seiten betragen.</p> <p>Der Umfang einer Teilpräsentation soll dabei 10 Minuten umfassen und durch geeignete Medien und Präsentationsformen unterstützt werden.</p> <p>Der Umfang der Abschlusspräsentation soll dabei 15 Minuten umfassen und durch geeignete Medien und Präsentationsformen unterstützt werden.</p> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>---</p> <p>180-minute written or 60-minute oral examination or portfolio; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Projektor, Gruppenarbeit, Wiki Projector presentation, group work, wiki
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.
Sonstiges / miscellaneous:	Für Lehrveranstaltung besteht keine Anwesenheitspflicht. Jedoch wird Anwesenheit stark empfohlen.



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5802 Spatial Augmented Reality</b> (PN 405215)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Grubert
Dozent(in) / Lecturer:	Grubert
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English German oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3P
Arbeitsaufwand / Workload:	10 Std. Vorbereitungstreffen + 20 Std. Teammeetings + 10 Std. Projektmanagement + 90 Std. Entwurf, Implementierung und Validierung von Anwendungen + 10 Std. Berichterstellung + 10 Std. Präsentationen und Vorbereitung Gesamt: 150 Std. 10 hrs. preparation meeting + 20 hrs. team meeting + 10 hrs. project management + 90 hrs. design, implementation and validation of applications + 10 hrs. report + 10 hrs. presentation and preparation Overall: 150 hrs.
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	SEP oder MES Praktikum, Bildverarbeitung, Programmierung in Java oder Programmierung 1+2, Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion, Mixed Reality
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen technische Grundlagen und Anwendungen von räumlichen Augmented Reality Systemen. Insbesondere sind sie mit den grundlegenden erforderlichen Kalibrierungsverfahren für Projektor-Kamera Systemen vertraut. Weiterhin erhalten sie Kenntnis über den Einsatz von Trackingverfahren, insbesondere auf Basis von Tiefenkameras. Sie kennen die Herausforderungen bei Projektionen mit Multiprojektorsystemen, sowie der Projektion auf nicht planare Oberflächen. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Teilnehmer können grundlegende Algorithmen zur Projektor-Kamera Kalibrierung umsetzen. Insbesondere können sie eine RGB-Kamera Kalibrierung und geometrische Projektor-Kamera Kalibrierung durchführen. weiterhin können Sie relevante

	<p>Rederingalgorithmen wie Projektive Texturierung und einfache 3D Trackingverfahren anwenden.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Auf Basis der erlernten Verfahren können die Studierende räumliche AR Systeme erstellen. Sie können Projektor-Kamera Einheiten mit 3D Trackingsystemen kombinieren. Dies bildet die Basis um interaktive Systeme umzusetzen, z.b. zur Steuerung von projizierten Bildschirminhalten auf einer Leinwand oder die perspektivisch korrekte Darstellung von 3D Modellen aus unterschiedlichen Nutzerperspektiven. Die Studierenden können weiterhin Herausforderungen beim praktischen Einsatz von räumlichen Augmented Reality Systemen erkennen und adressieren.</p>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Das Praktikum besteht aus einem einführenden theoretischem und einem praktischen Teil.</p> <p><u>Theoretischer Teil:</u></p> <p>Grundlagen projektionsbasierter Augmented Reality.  Anwendungen projektionsbasierter Augmented Reality. Die Rolle von Tiefenkameras für räumliche Augmented Reality.  Trackingverfahren für projektionsbasierte Augmented Reality.  Projektion auf nicht planare Oberflächen. Radiometrische Kompensation. Multi-Projektor Systeme. Projektive Texturierung.</p> <p><u>Praktischer Teil:</u></p> <p>Grundlagen (für alle Studierenden verpflichtend):  Geometrische RGB-Kamerakalibrierung. Geometrische Projektor-Kamera Kalibrierung (RGB + Tiefenkamera).  Projektive Texturierung</p> <p>Neben der Implementierung der oben genannten Grundlegenden Algorithmen können Studierende optional eine Anwendung oder weitere grundlegende Algorithmen implementieren:</p> <p>Anwendungen: Perspektivisch korrekte Projektion aus verschiedenen Nutzerpositionen. Augmentierung menschlicher Körperteile. Eine von den Studierenden definierte mit der Lehrveranstaltungsleitung abgestimmte Beispielanwendung (z.b. augmentiertes Pong Spiel auf Leinwand)</p> <p>Alternative grundlegende Algorithmen: Projektion auf nicht planare Oberflächen. Multi-Projektor Kalibrierung.  Radiometrische Kompensation</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>180-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 60 Minuten) oder Portfolio-Prüfung;</p> <p>Mögliche Portfoliobestandteile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für einzelne Module (sowohl im Quelltext als auch als lauffähige Anwendung)</li> <li>- Live Systemdemonstration</li> <li>- Erstellung von Videodemonstrationen</li> <li>- Schriftliche Teilprüfung</li> <li>- Technischer Bericht</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für einzelne Module</li> <li>- Live Systemdemonstration</li> <li>- Erstellung von Videodemonstrationen</li> <li>- Präsentation der erstellten Materialien unter Einsatz geeigneter Präsentationstechniken, z.B. PowerPoint</li> <li>- Teilpräsentationen zu Einzelleistungen</li> <li>- Laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument.</li> <li>- Abschlusspräsentation</li> </ul> <p>Die Bearbeitung der Portfolio-Leistungen erfolgt begleitend zur Lehrveranstaltung. Die Bearbeitungszeit der einzelnen Bestandteile der Portfolioprüfung darf dabei 4 Wochen nicht übersteigen. Die letzte Leistung ist bis spätestens 4 Wochen nach Ende der Vorlesungszeit zu erbringen.</p> <p>Der Umfang eines einzelnen technischen Berichtes soll dabei 10 Seiten nicht übersteigen. Der Umfang eines Teilberichts soll dabei 5 Seiten betragen.</p> <p>Der Umfang einer Teilpräsentation soll dabei 10 Minuten umfassen und durch geeignete Medien und Präsentationsformen unterstützt werden.</p> <p>Der Umfang der Abschlusspräsentation soll dabei 15 Minuten umfassen und durch geeignete Medien und Präsentationsformen unterstützt werden.</p> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Die Leistungskontrolle kann im Rahmen einer mündlichen Prüfung als vertiefte fachliche Diskussion erfolgen.</p> <p>---</p> <p>180-minute written or 60-minute oral examination or portfolio; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Projektor, Gruppenarbeit, Wiki Projector presentation, group work, wiki
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.
Sonstiges / miscellaneous:	Für die Vorlesung und die Übung im Rahmen der Lehrveranstaltung besteht keine Anwesenheitspflicht. Jedoch wird Anwesenheit empfohlen. Dies begründet sich aus den Anforderungen an die benötigte Hardware um die Aufgabenstellungen erfolgreich abschließen zu können (Tiefenkamera + Projektor). Diese Hardware ist nur im Labor verfügbar und kann nicht ausgeliehen werden.  Die Lehrveranstaltung ist auf Grund ihrer didaktischen Konzeption, des Betreuungsaufwands und der verfügbaren technischen Ausrüstung auf maximal 12 Studierende beschränkt und umfasst Studiengruppen von 3 Personen.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5803 Context Recognition Architectures</b> (PN 405237)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Hölzl, Kranz
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben und Vor- und Nachbereitung 45 contact hours + 105 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	SEP oder MES Praktikum, Programmierung in Java oder Programmierung 1 und Programmierung 2, Einführung in die Kontexterkenkung, Grundlagen der Mensch-Maschine Interaktion
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Entwurfsparadigmen, repräsentative und wichtige Vorhaben auf dem Gebiet der Lehrveranstaltung und Evaluationskriterien für Kontext-Erkennungsarchitekturen („context recognition architectures“). Die Studierenden wissen wie Erkennungsmethodiken in Echtzeitsystemen unter Zuhilfenahme von aktuellen Methoden des maschinellen Lernens und der mathematischen Mustererkennung implementiert werden. Die Studierenden kennen die grundlegenden, theoretischen und praktischen Probleme beim Design einer Kontext-Erkennungsarchitekturen.</p> <p>Students know the basic design principles, representative and important projects in the area oft the course, and evaluation criteria’s for Context Recognition Architectures. Students know how recognition methodologies are implemented in real time systems by applying state of the art machine learning and pattern classification methodologies. Students know the fundamental theoretic and practical problems when designing context recognition architectures.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p>

	<p>Die Studierenden können das erworbene theoretische Wissen für die einzelnen Teilschritte der sogenannten „Activity Recognition Chain“ (Sensor Selektion, Sensor Sampling, Segmentierung, Merkmals Extraktion, Klassifikation, Fusionierung, und symbolisches Schließen) anwenden, diskutieren, und implementieren.</p> <p>Students can use their theoretical knowledge about the single steps of the so called “Activity Recognition Chain” ( i.e. sensor selection, sensor sampling, segmentation, feature extraction, classification, fusion, and symbolic processing/reasoning) to apply, discuss, and implement it.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erwerben theoretische und praktische Kompetenzen (i) in der Konzeptionierung, (ii) im Design, (iii) in der Implementierung und (iv) in der Umsetzung und Evaluierung von Kontext-Erkennungsarchitekturen.</p> <p>Während der praktischen Aufgabenstellung wird im Besonderen Augenmerk auf die Wiederverwendbarkeit der entwickelten Softwarekomponenten gelegt, um diese für zukünftige Anwendungsszenarien flexible einsetzen zu können.</p> <p>Students learn theoretical and practical competencies (i) in the conception, (ii) in the design, (iii) in the implementation and (iv) in the evaluation of Context Recognition Architectures. During the practical tasks, special focus is put on the reusability of the developed software components to make them easily (re-)usable in future application scenarios.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Kontext Sensitive Systeme spielen eine entscheidende Rolle in der zukünftigen Epoche von „Intelligenten Umgebungen“. Die Interpretation von Sensordaten in Echtzeit zu semantischen Informationen wird der Schlüsselaspekt für die implizite Mensch-Maschine Interaktion in zukünftigen smarten Umgebungen. Die Verfügbarkeit von SmartPhones, Tablet-PCs oder Wearables, welche aufgrund Ihrer integrierten Sensoren als Multi-Sensor-Plattformen betrachtet werden können, ermöglichen eine Skalierung der Erkennungsprozesse von Individuen, zu Gruppen und ganzen Gesellschaften. In Zukunft werden wir eine immer größere Anzahl an Geräten mit integrierten Sensoren vorfinden. Aktuelle Entwicklungen im Bereich tragbarer und körpernaher Technologien, insbesondere „Wearables“ stehen repräsentativ für zu erwartende Entwicklungen.</p> <p>Während der Lehrveranstaltung wird eine prototypische Implementierung einer Kontext-Erkennungsarchitektur (in einem Team von 2-3 Studierenden) auf einer mobilen Plattform (z.B. SmartPhone oder SmartWatch) umgesetzt.</p> <p><i>Themenblöcke und Inhalte:</i></p> <p>The Spirit of Context Aware Computing</p> <p>Historischer Hintergrund, Pionierarbeiten- und einflussreiche Arbeiten, Anwendungsszenarien, Forschungsrichtungen &amp; Trends, Ausblick</p> <p>Sensors</p>

	<p>Übersicht über verfügbare Sensorik mit dem Fokus auf Kontext-Erkennungsarchitekturen (z.B.: IMUs (Inertial Measurement Units zur Aktivitätserkennung), Umgebungssensoren, Biosensoren, Smartphone als Sensorplattform, etc.). Design von Sensorknoten &amp; Kommunikationsarchitekturen (Bluetooth, Zigbee, etc.).</p> <p>Context Aware System Design Principles I</p> <p>Einführung in die Aktivitäts- und Kontexterkennungskette zur Transformation von rohen Sensordaten hin zu semantischer Information.</p> <p>Context Aware System Design Principles II</p> <p>Detaillierte theoretische Behandlung der einzelnen Schritte der Aktivitäts- und Kontexterkennungskette sowie Diskussion der notwendigen einzelnen Schritte.</p> <p>Context Aware System Design Principles III</p> <p>Kombination der erlernten Methoden hin zu einer echtzeitfähigen, Aktivitäts- und Kontexterkennungsarchitektur. Identifizierung von spezifischen Architekturschwächen der Designansätze (Top-Down / Bottom-Up) und deren möglicher Lösung.</p> <p>Identification, Presence &amp; Tracking</p> <p>Identifizierung von Menschen &amp; Dingen; Technologien zur Identifikation (RFID, NFC), Positionierung, Orientierung, "Smart Dust", Surfacewave Transponder, Visuelle Codes (QR), Artificial Noses, ausgewählte Anwendungsfälle (z.B.: Fahrererkennung, Aktivitätserkennung, etc.)</p> <p>Social Aware Systems &amp; Patterns</p> <p>Social Computing im Allgemeinen, graphenbasierte Algorithmen zur Community Erkennung. Smartphone als skalierende Sensor-Plattform zur "Crowd" Kontexterkennung.</p> <p>Looking into the future</p> <p>Einführung in Zeitreihenvorhersage (Multiplicative Time Series Model, ARMA, ARIMA); Kontextvorhersage basierend auf State Space Models (HMM).</p> <p>Security Matters?</p> <p>Definition von Security und Privacy vor allem im Bereich des Ubiquitous Computing; Solove's Privacy Taxonomy; Fair Information Principles, gesetzliche Regularien, Implikationen für UbiComp, Shamir Tags, kritische Beispiele von RFID und "Smarten" Geräten.</p> <p>Wearable Computing</p> <p>Technologie Review und Diskussion von Anwendungsszenarien (Brillen, SmartPhones, SmartWatches, FitnessTrackers, etc.)</p> <p>Energy Efficient Design Methodologies</p> <p>Diskussion spezifischer Designs zur Verringerung des Energieverbrauches (Hard- &amp; Software) um lange (optimierte) Systemlaufzeiten zu erhalten.</p> <p>- - -</p> <p>The Spirit of Context Aware Computing</p> <p>Historical Background, Pioneering and Influential Work, Application Cases, Current Research Trends, Outlook</p>
--	---

	<p><b>Sensors</b>  Overview of available sensors especially suited for the use in context recognition Architectures. (e.g., inertial measurement units for wearable activity recognition; Environmental Sensors, Biosignal, Smartphone as a sensing Platform, etc.). Sensor Node Design &amp; Communication (Bluetooth, ZigBee, etc.)</p> <p><b>Context Aware System Design Principles I</b>  Introducing the Activity and Context recognition chain to transform raw sensor data towards semantic information.</p> <p><b>Context Aware System Design Principles II</b>  Detailed walkthrough and methodological explanation of the necessary steps in the Activity and Context recognition chain.</p> <p><b>Context Aware System Design Principles III</b>  Combination of learned methodologies towards a realtime, activity and context recognition architecture. Identification of specific shortcomings of bottom-up vs. top-down architectures and their possible solution.</p> <p><b>Identification, Presence &amp; Tracking</b>  Identifying Human &amp; Things; Technologies for Identification (RFID, NFC), Positioning, Orientation, Smart Dust, Surfacewave Transponder, Visual Codes (QR), Artificial Noses, Selected Application Cases (e.g., Driver Identity-/Activity Recognition)</p> <p><b>Social Aware Systems &amp; Patterns</b>  Social Computing in general, Algorithms based on graph theory for community detection,  SmartPhone as a Sensing Platform on multiple scale and for Crowd Context Detection</p> <p><b>Looking into the future</b>  Introduction into Time Series Prediction, Multiplicative Time Series Model, ARMA, ARIMA, Context Prediction based on State Space Models (HMM)</p> <p><b>Security Matters?</b>  Security and Privacy Definitions, Solove's Privacy Taxonomy, Legal Issues, Fair information principles, UbiComp Implications, Shamir Tags, Critical Examples of RFID and Smart Devices.</p> <p><b>Wearable Computing</b>  Off the shelf technology review and application scenarios discussion (Glasses, SmartWatches, FitnessTrackers).</p> <p><b>Energy Efficient Design Methodologies</b>  Design specifics to ensure low power consumption (in terms of soft- and hardware techniques) resulting in long (and/or optimized )</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Portfolio-Prüfung;

	<p>Portfoliobestandteile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schriftliche Teilprüfung</li> <li>- Praktischer Teil <ul style="list-style-type: none"> <li>o Systemimplementierung</li> <li>o Dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext</li> <li>o Laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument.</li> <li>o Abschlusspräsentation</li> </ul> </li> </ul> <p>Die Bearbeitung der Portfolio-Leistungen erfolgt begleitend zur Lehrveranstaltung. Die Bearbeitungszeit der einzelnen Bestandteile der Portfolioprüfung darf dabei 3 Wochen nicht übersteigen. Die letzte Leistung ist bis spätestens 4 Wochen nach Ende der Vorlesungszeit zu erbringen.</p> <p>Der Umfang der Abschlusspräsentation soll dabei 15 Minuten umfassen und durch geeignete Medien und Präsentationsformen unterstützt werden.</p> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>- - -</p> <p>90-minute written or 20-minute oral examination or portfolio; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Projektor, Gruppenarbeit, Wiki Projector presentation, group work, wiki
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.
Sonstiges / miscellaneous:	Für die Lehrveranstaltung besteht, bis auf etwaige Termine der Abschlusspräsentationen, keine Anwesenheitspflicht. Jedoch wird Anwesenheit stark empfohlen.



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5804 Scientific Methods and Technical Writing (PN 479810)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz Vorlesung + 30 Std. Präsenz Übung + 75 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vor- und Nachbearbeitung, Gesamt: 150 Std. 45 + 30 contact hours + 75 hrs exercises/presentation, independent study and exam preparations (total: 150 hrs)
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Knowledge</u> 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><u>Fertigkeiten / Abilities</u> 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><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Studierenden sind in der Lage selbständig 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</p>

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

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

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5809 Mobile Human-Computer Interaction</b> (PN 479510)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz Vorlesung + 30 Std. Präsenz Übung + 30 Std. Übungsaufgaben/Referate + 135 Std. Vor- und Nachbearbeitung Gesamt: 240 Std. 45 + 30 contact hours + 30 hrs exercises + 135 hrs independent study and exam preparations
ECTS Leistungspunkte / credits:	8
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Grundlagen der Mensch-Maschine Interaktion Programming Applications for Mobile Interaction
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse</u></p> <p>Die Studierenden kennen grundlegende Techniken zur Mensch-Maschine Interaktion mit mobilen Systemen. Die Studierenden können verschiedene Eingabe- und Ausgabe-Technologien beschreiben und kennen insbesondere Techniken zur Text-, Gesten- und Sprachein- und -ausgabe. Die Studierenden können Techniken zur Anzeige von visuellen Informationen auf einem Gerät bzw. geräteübergreifend erläutern. Die Studierenden verstehen die grundlegenden Interaktionskonzepte mobiler Plattformen.</p> <p><u>Fertigkeiten</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Benutzungsschnittstellen für konkrete Anwendungsfälle und -szenarien zu entwerfen, prototypisch umzusetzen und zu evaluieren. Die Studierenden sind in der Lage, die Fähigkeiten und Potentiale einer mobilen Plattform für die Entwicklung konkreter Anwendungen zu nutzen.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage einzelne Technologien und Techniken hinsichtlich Einsatzgebiet, Effektivität, Effizienz, Fehleranfälligkeit und Benutzerakzeptanz bewerten. Die Studierenden sind in der Lage Studien für die Ermittlung und Bewertung der qualitativen und quantitativen Eigenschaften</p>

	mobiler Systeme für die Mensch-Maschine Interaktion zu entwickeln, entwerfen, durchzuführen und auszuwerten.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Betriebssysteme, Anwendungsentwicklung, Plattformabhängige Softwareentwicklung, Entwicklungswerkzeuge und –plattformen</li> <li>• Webservices und Cloud Services</li> <li>• Texteingabe, Gesteneingabe, Augmented Reality, Virtual Reality, Projektion</li> <li>• Sensordatenverarbeitung</li> <li>• Informationsverarbeitung, Informationsvisualisierung, Informationswahrnehmung</li> <li>• Psychologische Grundlagen der menschlichen Informationswahrnehmung und –verarbeitung</li> <li>• Qualitative Methoden, quantitative Methoden</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur od. mündl. Prüfung od. Portfolio (techn. Bericht, Quelltext u. Präsentation). Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <p>Written examination or oral examination or portfolio. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Projektor, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit</p> <p>Presentation and projecto, blackboard, group work</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben</p> <p>Will be announced in the lecture</p>



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5810 Statistische Datenanalyse</b> (PN 405187) <b>Statistical Data Analysis</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Allgemeiner Bereich“ Focus „General Area“
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 lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I, Lineare Algebra I, Einführung in die Stochastik Analysis I, Linear Algebra, Introduction to Stochastic
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Grundkonzepte zur Konstruktion und Beurteilung von Verfahren zur Lösung statistischer Probleme. Einsetzen von statistischen Verfahren in praktischen Anwendungsproblemen. Interpretation der Ergebnisse und ihre Beurteilung anhand von Gütekriterien. - - - Basic concepts for the design and evaluation of visual analytics applications methods for solving statistical problems. Use of statistical methods in practical application problems. Interpretation of the results and their evaluation based on performance criteria
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente der deskriptiven Statistik</li> <li>• Statistische Beobachtungsmodelle</li> <li>• Konstruktion und Beurteilung von Schätzverfahren</li> <li>• Parametrische und nichtparametrische Testverfahren</li> <li>• Konfidenzbereiche</li> <li>• In Abhängigkeit von laufenden Projekten wahlweise Elemente aus:</li> <li>• Regressionsmodelle, Zeitreihenanalyse, Klassifikationsverfahren, Clusteranalyse, Multivariate Statistik</li> </ul>

	<p>---</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elements of descriptive statistics</li> <li>• Statistical observation models</li> <li>• Design and evaluation of estimation methods</li> <li>• Parametric and nonparametric tests</li> <li>• confidence intervals</li> <li>• Depending on ongoing projects optional elements:</li> <li>• regression models, time series analysis, classification process, cluster analysis, multivariate statistics</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>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:	<p>Präsentation und Beamer, Folien oder Tafel</p> <p>Presentation and projector, transparencies or chalkboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Lehn, Wegmann: Einführung in die Statistik</p> <p>Behnen, Neuhaus: Grundkurs Stochastik</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5811 Stochastische Prozesse</b> (PN 405193) <b>Stochastic Processes</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II, Einführung in die Stochastik Linear Algebra I,II, Analysis I,II, Introduction to Stochastic
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Grundlegende Typen stochastischer Prozesse, ihre Konstruktion und zentrale Eigenschaften Basic types of stochastic processes, their structure and key properties <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Modellierung und Simulation der zeitlichen Dynamik zufälliger Phänomene Modeling and simulation of the temporal dynamics of random phenomena
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Markovketten und Markovprozesse in stetiger Zeit</li> <li>• Martingale</li> <li>• Brownsche Bewegung</li> <li>- - -</li> <li>• Markov chains and Markov processes in continuous time</li> <li>• Martingales</li> <li>• Brownian motion</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  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:	Nach Empfehlung des Dozenten  Announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5812 Stochastische Simulation</b> (PN 451017) <b>Stochastic Simulation</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 90 Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 60 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I, Lineare Algebra I, Programmierung I, Einführung in die Stochastik / Analysis 1, Linear Algebra 1, Programming 1, Introduction to Stochastics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Kenntnis grundlegender Algorithmen der stochastischen Simulation, ihrer Eigenschaften und typischer Anwendungen.  Fähigkeit zur effizienten Implementierung dieser Verfahren und zur Darstellung und Interpretation von Simulationsergebnissen im Rahmen der Stochastik und Statistik.  Fähigkeit zur eigenständigen Erarbeitung und Präsentation eines Themas aus der stochastischen Simulation.  / Knowledge of basic algorithms of stochastic simulation, their properties and typical applications  Ability to efficiently implement these methods and to present and interpret simulation results in the context of stochastics and statistics.  Ability to independently develop and present a topic in stochastic simulation.
Inhalt / Course content:	Das Verfahren der direkten Simulation, Simulation von Verteilungen, Methoden der Varianzreduktion, Markov Chain Monte Carlo-Methode, Numerische Integration

	/ Direct Simulation, Simulation of Distributions, Variance reduction, Markov Chain Monte Carlo, Numerical integration
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Zwei Teilleistungen:</p> <p>Teilleistung 1 (80%): 90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>Teilleistung 2 (20%): Vortrag (ca 15 Minuten) über ein Thema der Stochastische Simulation.</p> <p>Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p>/</p> <p>Examination in two parts Part 1 (80%): 90-minute written or oral exam of about 30 minutes. The precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p> <p>Part 2 (20%): oral presentation of about 15 minutes on a subject from Stochastic Simulation</p> <p>To pass the examination both parts have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	Overhead, Beamer, Tafel / Slides, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Müller-Gronbach, Novak, Ritter: Monte Carlo-Algorithmen, Springer, 2012</p> <p>Weiteres nach Empfehlung des Dozenten / Further reading announced during the lecture</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5814 Wahrscheinlichkeitstheorie</b> (PN 455341) <b>Probability Theory</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbereitung 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
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I, II, Lineare Algebra I, II, Einführung i.d. Stochastik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Verständnis der Grundkonzepte und -techniken sowie der zentralen Ergebnisse der maßtheoretisch fundierten Wahrscheinlichkeitstheorie. <u>Fähigkeiten</u> Fähigkeit zur Modellierung und Analyse komplexer zufälliger Phänomene
Inhalt / Course content:	Grundkonzepte der Maß- und Integrationstheorie, u.a. Maßräume und messbare Abbildungen, Konstruktion des Lebesgue-Maßes, Maßintegrale, Produktmaße, Maßkerne, Vertauschungssätze für Integrale. Grundkonzepte und zentrale Ergebnisse der W-Theorie, u.a. Konvergenz von Folgen von Zufallsvariablen, Unabhängigkeit und 0-1-Gesetze, Charakteristische Funktionen, Gesetze der grossen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz,

	Bedingte Verteilungen und bedingte Erwartungswerte
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.
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Folien oder Tafel
Literatur / Literature/reading list:	Bekanntgabe durch Dozenten



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5815 Computational Stochastic Processes (PN 451402)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I,II Lineare Algebra I,II Programmierung I, Einführung in die Stochastik, Stochastische Prozesse, Stochastische Simulation Analysis I,II Linear Algebra I,II Programming I, Introduction to Stochastics, Stochastic processes, Stochastic Simulation
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse/Skills/Knowledge</u> 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 <u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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.

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>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:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Nach Empfehlung des Dozenten</p> <p>Announced during the lecture</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5818 Stochastische Analysis</b> (PN 405214) <b>Stochastic Analysis</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I,II, Analysis I,II, Einführung in die Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie Linear Algebra I+II, Analysis I+II, Introduction to stochastics, Probability Theory
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Verständnis der Grundkonzepte und -techniken sowie der zentralen Ergebnisse der Stochastischen Analysis. <u>Fähigkeit:</u> Modellierung und Analyse zeitabhängiger stochastischer Prozesse, die von einer Brownschen Bewegung getrieben werden.
Inhalt / Course content:	Grundkonzepte der Stochastischen Analysis, u.a. Zeitstetige Martingale, Zeitstetige Markov Prozesse, Brownsche Bewegung, Stochastische Integration, Stochastische Differentialgleichungen.
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
Literatur / Literature/reading list:	Bekanntgabe durch Dozenten

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

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5821 Wireless Security</b> (PN 405157)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Posegga
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungsaufgaben + 45 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 hours attendance + 45 hours exercises + 45 hours postprocessig and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	IT-Sicherheit Advanced IT Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden lernen die Grundlagen der Funkwellenausbreitung. Sie erwerben einen Überblick über technische Standards in der drahtlosen und mobilen Kommunikation sowie das Verständnis der Sicherheitslösungen in drahtlosen und mobilen Kommunikationssystemen. Die Studierenden bekommen detailliertes Wissen über grundlegende Sicherheitskomponenten (z.B. Smartcards) und -technologien (z.B. Protokolle und Dienste) vermittelt sowie Kenntnis der spezifischen, sicherheitsrelevanten Randbedingungen solcher Systeme (z.B. im Bereich der Funktechnologien). Die Studierenden haben einen Überblick über konkrete, exemplarische Lösungen und deren Eigenschaften (z.B. GSM, UMTS, WLAN,...).</p> <p>Students become familiar with the basics of radio wave propagation. They acquire an overview of technical standards in wireless and mobile communications, as well as an understanding of security solutions in wireless and mobile communication systems. Students acquire detailed knowledge of basic safety components (e.g. smart cards) and technologies (e.g. protocols and services) and the specific security constraints of such systems (e.g. in the field of wireless technologies).</p>



	<p>Students will have an overview of concrete, exemplary solutions and their properties (e.g. GSM, UMTS, Wi-Fi, etc).</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Lösungen, insbesondere im Bereich mobiler/drahtloser Systeme, selbst konzipieren zu können.</p> <p>The students are able to autonomously develop solutions, particularly in the area of mobile/wireless systems.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studenten können die Bedeutung der Sicherheit für drahtlose Kommunikation einschätzen und vorhandene Sicherheitslösungen analysieren und bewerten.</p> <p>Students are able to assess the importance of security for wireless communication and to analyze and evaluate existing security solutions.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Um das Lernziel zu erreichen wird zunächst fortgeschrittenes Wissen, das über das im B.Sc. vermittelte Basiswissen hinausgeht, vermittelt. Dies umfasst z.B. Wellenausbreitung, Smartcard-Technologie, sicherheitsrelevante Spezifika der drahtlosen Datenübertragung. Danach werden exemplarisch mehrere Lösungen an praktischen Beispielen diskutiert, analysiert und verglichen. Die grobe Gliederung der Inhalte des Vorlesungsteils stellt sich wie folgt dar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wellenausbreitung</li> <li>• EMF-Sicherheit</li> <li>• Einführung in die Problematik der Sicherheit komplexer Systeme. Aufbau und Funktionsweise von Smartcards und verwandten Technologien (RFID)</li> <li>• Grundlegende, sicherheitsrelevante Aspekte der drahtlosen Datenübertragung</li> <li>• Sicherheitsarchitekturen am Beispiel von GSM, UMTS und Wireless LAN</li> <li>• Sicherheit von VoIP als Beispiel für die Unterstützung von Mobilität in Netzen auf Dienste-Ebene</li> </ul> <p>---</p> <p>In order to achieve the module objectives, advanced knowledge going beyond the scope of the Bachelor's degree is taught initially. This includes topics such as wave propagation, smart card technology and security specifics of wireless data transmissions. Subsequently, several solutions are discussed using real-world examples, and then analyzed and compared. The rough outline of the contents of the lecture part is as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wave propagation</li> <li>• EMF Safety</li> <li>• Introduction to the problem of security of complex systems. Design and operation of smart cards and related (RFID) technologies.</li> <li>• Fundamental security aspects of wireless data transmission. Security architectures using the example of GSM, UMTS and Wi- Fi.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Security of VoIP as an example of the support of mobility in networks at the service level.</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>60-90 min. Klausur oder ca. 15 min. mündliche Prüfung, jeweils in deutscher oder englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>60-90 min. written or approx. 15-minute oral examination, depending on the number of students, in German or English. The exact mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation, projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Valtteri Niemi, Kaisa Nyberg: UMTS Security, November 2003: Wiley &amp; Sons LTD</p> <p>Wolfgang Rankl, Wolfgang Effing: Smart Card Handbook, 2003: Wiley &amp; Sons LTD</p> <p>T. Rappaport: Wireless Communications: Principles and Practice, 1996: Prentice Hall</p> <p>Die entsprechenden Spezifikation von 3GPP (GSM, UMTS), IEEE (802.*)</p> <p>Klaus Finkenzeller: RFID-Handbook, "Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", April 2003: Wiley &amp; Sons LTD</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5822 Security Insider Lab II - System and Application Security</b> (PN 453402)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Posegga
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	<p>6Ü. <b>Es besteht Anwesenheitspflicht.</b></p> <p>Die Anwesenheitspflicht besteht aus folgenden Gründen: Um den Erfolg der Veranstaltung zu gewährleisten ist eine verstärkte Interaktion der Studenten untereinander aber auch zwischen Studenten und Betreuern notwendig. Bei der Interaktion mit den Betreuern oder den Kommilitonen, können die Studenten Probleme besprechen und Lösungsstrategien erarbeiten. Ein weiterer Grund sind die regelmäßig stattfindenden Präsentationen der Studenten. Jeder Student arbeitet sich frühzeitig verstärkt in ein Gebiet der Veranstaltung ein. In der Präsentation vermittelt der Student sein Spezialwissen den anderen Studenten. Damit sichergestellt wird, dass die Studenten dieses Spezialwissen vermittelt bekommen, müssen sie anwesend sein. Der letzte Grund ist die Überprüfung der praktischen Kompetenz der Studenten. Die Studenten werden während der Anwesenheitszeit befragt um ihren Lernerfolg zu beobachten.</p> <p>Die Veranstaltung wurde bisher als Praktikum durchgeführt. Folgende Merkmale klassifizieren die Veranstaltung jedoch eher als Übung denn als Praktikum: regelmäßig (d.h. wöchentlich) stattfindende Termine für alle Teilnehmer, dauerhafte Aufsicht und Betreuung durch den Veranstalter und gegenseitige Vermittlung von Grundlagenwissen durch Vorträge.</p> <p>- - -</p> <p><b>Attendance is compulsory.</b></p> <p>This is for the following reasons: First, to ensure the success of the course, it is necessary to enhance the interaction among students and between students and tutors. When interacting with the tutors or fellow students, the students can discuss problems and develop solution strategies. Second, there are the regularly scheduled presentations of the students. Each student works is assigned a topic area for the course which he or she treats in greater detail than the others. In the presentation the student shares their detailed knowledge with the other students. To ensure the maximum benefit for all students, it should be ensured that all students are present at the presentation. Third, one of the objectives of the course is to test the students' practical skills. The</p>

	students will be interviewed during their attendance to observe their learning success.
Arbeitsaufwand / Workload:	180 Std. Laborarbeit + 180 Std. Nachbearbeitung 180 hours laboratory work + 180 hours follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	12
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security, System Security, Security Insider Lab I - Infrastructure Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden verstehen etablierte und aktuelle Verwundbarkeiten und sie besitzen einen Überblick über die Randbedingungen für das Auftreten bekannter Schwachstellen. Sie erwerben Fachkenntnis der Ursachen und Auswirkungen von Angriffsvektoren.</p> <p>Students understand established and new vulnerabilities and have gained an overview of the boundary conditions for the occurrence of known vulnerabilities. They acquire specialist knowledge of the causes and effects of attack vectors.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden lernen anspruchsvoller Informatik-Aufgaben unter praktisch experimenteller Anwendung des im Studium vermittelten Theorie- und Methodenwissens der Informatik zu lösen. Sie können größerer konstruktiver und experimenteller Aufgaben bearbeiten und sind in der Lage Recherche aktueller Publikationen zum übergeordneten Projektthema durchzuführen. Die Studierenden können typische softwarebasierte Verwundbarkeiten aufspüren und vermeiden.</p> <p>Students learn to solve challenging computer science assignments in practical experimental conditions, applying the theories and methods of computer science. They are able to work on larger constructive and experimental tasks and are able to perform research of recent publications to the project topic. Students can track and avoid typical software-based vulnerabilities.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erwerben berufsbefähigende Praxiskompetenz durch Durchlaufen der typischen Phasen eines Entwicklungsprojekts. Sie eignen sich Problemlösungskompetenz durch wissenschaftliches Arbeiten (unter Anleitung) mit dem Ziel, Probleme aus aktuellen Entwicklungen zu bewältigen an. Sie erarbeiten sich Transferkompetenz durch Anwendung des Theorie- und Methodenschatzes der Informatik auf komplexe Probleme und sie erlernen die Gegenseitige Vermittlung der inhaltlichen Grundlagen eines ausgewählten Teilgebiets.</p> <p>Through the typical phases of a development project. They acquire problem-solving skills through scientific work (with instructions) with the aim of tackling problems of recent</p>

	<p>developments. They acquire knowledge transfer skills by applying the theories and methods of computer science to complex problems and learning the mutual exchange of the basic content of a selected sub-area.</p>
<p>Inhalt / Course content:</p>	<p>Das Modul beinhaltet im Bereich der Einführung in die Probleme der Softwaresicherheit, z.B. Buffer Overflows, FormatStrings, Sicherheit von Webservices (Cross-Site Scripting, SQL Injection, etc.) und Fehler in der Programmlogik.</p> <p>Im Bereich Konzepte und Methoden zur Herstellung von sicherer Software beinhaltet das Modul z.B. statische Analyse und Sicherheit von Programmiersprachen/-konzepten.</p> <p>Im Bereich Anwendung und Herstellung geeigneter technischer Hilfsmittel und Umgang mit Betriebssystem-Bordmitteln beinhaltet das Modul z.B. Shell-Befehle und –Skripte und Automatisieren wiederkehrender Aufgaben.</p> <p>---</p> <p>The module covers the area of introduction to the problems of security software, such as buffer overflow, format strings, security of web services (cross-site scripting, SQL injection, etc.) and errors in program logic.</p> <p>In the area of concepts and methods for producing secure software module includes e.g. static analysis and security of programming languages/concepts.</p> <p>In the area of application and preparation of suitable technical aids and working with operating system on-board tools, this module includes e.g. shell commands and scripts and automation of repetitive tasks.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Das Modul ist in Themenabschnitte unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade unterteilt. Die Studierenden erarbeiten für jeden dieser Abschnitte in vorgegebener Zeit ein Portfolio aus Protokollen (für das gesamte Modul ca. 6 Protokolle), die die Lösungen der gestellten Probleme verständlich beschreiben müssen. Das Portfolio wird nach dessen Fertigstellung präsentiert (Dauer der Präsentation: ca. 60 Minuten) Die Kombination aus Protokollen und zugehöriger Präsentation stellt sicher, dass die erarbeiteten Lösungen und das zugehörige Wissen nicht nur schriftlich dargelegt, sondern auch praktisch angewendet werden können.</p> <p>Zusätzlich müssen die Studierenden einen ca. 15minütigen Vortrag zu einem der Themenabschnitte des Praktikums vorbereiten und halten.</p> <p>Begründung für diese zusätzliche Prüfungsleistung: Dieser Vortrag ist wichtiger Bestandteil der Ausbildung. Die Studierenden müssen einerseits in der Lage sein aktuelle und relevante Literatur eines Fachgebietes schnell zu identifizieren und zu verstehen. Da Schulungen im IT-Sicherheitsbereich essentiell sind, müssen die Studenten andererseits in der Lage sein, komplexes Wissen einem größeren Publikum in kurzer Zeit zu vermitteln. Im Praktikum bereiten die Vorträge die teilnehmenden Studierenden auf die einzelnen Themenabschnitte vor. Zusätzlich zur Bewertung durch den Dozenten, bekommt der Vortragende so direkte Rückmeldung</p>

	<p>von anderen Studenten, ob der Vortrag verständlich und ob wichtige Details enthalten waren.</p> <p>---</p> <p>The module is divided into topic segments of varying difficulty. Students develop a portfolio of protocols (about 6 protocols for the entire module), which need to describe the solutions to the problems posed for each of these segments in the specified time. The portfolio is presented after its completion (duration of presentations: 60 minutes). The combination of protocols and associated presentation ensures that the solutions and the associated knowledge demonstrated can not only be written down but can also be applied practically.</p> <p>Moreover, students must prepare and hold a 15-minute presentation on the topic segment of the practicum. Justification for this additional assessment: this presentation is an important part of training. Students must, on the one hand, be able to identify and understand current and relevant literature of a subject area quickly. However, since training in IT security is essential they must, on the other hand, be able to convey complex knowledge to a wider audience in a short time. During the practicum the presentations prepare the participating students for the individual topic segments. In addition to the evaluation by the instructor, the lecturer gets direct feedback from the other students on whether the presentation was comprehensible and whether important details were included.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Labor, Rechner, Beamer</p> <p>Laboratory, computer, projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Richtet sich nach den (wechselnden) Aufgaben</p> <p>Depends on the (changing) tasks</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5823 Security Insider Lab I - Infrastructure Security</b> (PN 455002)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Posegga
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	<p>6Ü. <b>Es besteht Anwesenheitspflicht.</b></p> <p>Die Anwesenheitspflicht besteht aus folgenden Gründen: Um den Erfolg der Veranstaltung zu gewährleisten ist eine verstärkte Interaktion der Studenten untereinander aber auch zwischen Studenten und Betreuern notwendig. Bei der Interaktion mit den Betreuern oder den Kommilitonen, können die Studenten Probleme besprechen und Lösungsstrategien erarbeiten. Ein weiterer Grund sind die regelmäßig stattfindenden Präsentationen der Studenten. Jeder Student arbeitet sich frühzeitig verstärkt in ein Gebiet der Veranstaltung ein. In der Präsentation vermittelt der Student sein Spezialwissen den anderen Studenten. Damit sichergestellt wird, dass die Studenten dieses Spezialwissen vermittelt bekommen, müssen sie anwesend sein. Der letzte Grund ist die Überprüfung der praktischen Kompetenz der Studenten. Die Studenten werden während der Anwesenheitszeit befragt um ihren Lernerfolg zu beobachten.</p> <p>Die Veranstaltung wurde bisher als Praktikum durchgeführt. Folgende Merkmale klassifizieren die Veranstaltung jedoch eher als Übung denn als Praktikum: regelmäßig (d.h. wöchentlich) stattfindende Termine für alle Teilnehmer, dauerhafte Aufsicht und Betreuung durch den Veranstalter und gegenseitige Vermittlung von Grundlagenwissen durch Vorträge.</p> <p>- - -</p> <p><b>Attendance is compulsory.</b></p> <p>This is for the following reasons: First, to ensure the success of the practicum, it is necessary to enhance the interaction among students and between students and tutors. When interacting with the tutors or fellow students, the students can discuss problems and develop solution strategies. Second, there are the regularly scheduled presentations of the students. Each student works is assigned a topic area for the practicum which he or she treats in greater detail than the others. In the presentation the student shares their detailed knowledge with the other students. To ensure the maximum benefit for all students, it should be ensured that all students are present at the presentation. Third, one of the objectives of the practicum is to test the students' practical skills. The students will be interviewed during their attendance to observe their learning success.</p>
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. betreute Laborarbeit + 110 Std. nicht betreute Laborarbeit + 160 Nachbearbeitung 90 hours supervised laboratory work + 110 hours unsupervised lab work + 160 hours follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	12

Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security, System Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden lernen Netzwerktopologien, Paketrouting, Adressierung in Netzwerken, Paketfilterung, vertrauenswürdige Kommunikation und grundlegende Sicherheitsprotokolle.</p> <p>Students learn about network topologies, packet routing, addressing in networks, packet filtering, trusted communications and basic safety protocols.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Lösen anspruchsvoller Informatik-Aufgaben aus dem Bereich IT Sicherheit unter praktisch experimenteller Anwendung des im Studium vermittelten Theorie- und Methodenwissens. Analyse von Netzwerktraffic und Beurteilung der Sicherheitsrelevanz. Aufbau, Modifikation und Analyse von Virtuellen Sicherheits-Infrastrukturen, die aktuelle Sicherheitsstandards berücksichtigen. Absicherung von Sicherheits-Infrastrukturen, gegenüber Intrudern. Recherche aktueller Publikationen zum übergeordneten Projektthema. Zudem lernen die Studenten die Gegenseitige Vermittlung der inhaltlichen Grundlagen.</p> <p>Solve challenging computer science tasks in the field of IT security under practical experimental application of operations in the study of theories and methods. Analysis of network traffic and assessment of its relevance to security. Construction, modification and analysis of virtual security infrastructures in consideration of the latest security standards. Protection of security infrastructures against intruders. Research in the latest scientific literature on the project topic. Finally, students learn to relate the theoretical underpinnings to each other.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Beurteilung der Sicherheitseigenschaften von Sicherheits-Infrastrukturen. Problemlösungskompetenz und Transferkompetenz, der Theorie- und Methodenschatz der Informatik kann auf komplexe, praktische Probleme der IT Sicherheit angewendet werden. Bearbeitung komplexer, konstruktiver und experimenteller Aufgaben aus dem Bereich Netzwerk- und Infrastruktursicherheit.</p> <p>Assessment of the security properties of security infrastructures. Problem-solving skills and knowledge transfer skills; ability to apply the theories and methods of computer science to complex, practical problems of IT security. Ability to process complex, constructive and experimental problems in the field of network and infrastructure security.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul beinhaltet im Bereich Linux / Windows Betriebssysteme &amp; Netzwerk Grundlagen zum Beispiel die Installation von Windows, Linux, VMWare und das Aufsetzen virtueller Netze mit VMware . Unter anderem werden im Bereich der network monitoring &amp; analysis tools die Funktionsweise, Fähigkeiten, Unterschiede und Grenzen der tools untersucht.</p> <p>Der Bereich Public Key Infrastrukturen umfasst beispielsweise die Inhalte eines Zertifikats, Generierung und Validierung von Zertifikaten, Content-Revocation-Lists und Einsatzmöglichkeiten von zertifikatgestützter Kommunikation. Der Bereich Firewalls/Paketfilter umfasst auch die Installation, Konfiguration,</p>



	<p>Testen, das Aufstellen, Verstehen und Anpassen von Regelwerken und die strategische Planung.</p> <p>Der Bereich Virtual Private Networks umfasst zum Beispiel das Aufsetzen/Einrichten von VPNs, der Definition von Subnetzen, Konfiguration des Routing und die Validierung sicherer Tunnel.</p> <p>- - -</p> <p>The module includes, e.g. in the in Linux/Windows Operating Systems &amp; Network Basics segment, the installation of Windows, Linux, VMWare and setting up virtual networks with VMware. Among other things, in the field of network monitoring and analysis tools, the operation, capabilities, differences and limitations of the tools are investigated.</p> <p>The Public Key Infrastructures segment, for example, includes the contents of a certificate, generation and validation of certificates, revocation lists and content of applications for certificate-based communications. The firewall/packet filter segment of the module includes the installation, configuration, testing, installation, understanding and adapting regulations and strategic planning.</p> <p>The range includes virtual private networks such as setting up VPNs, the definition of subnets, routing configuration and secure-tunnel validation.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Das Modul ist in Themenabschnitte unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade unterteilt. Die Studierenden erarbeiten für jeden dieser Abschnitte in vorgegebener Zeit ein Portfolio aus Protokollen (für das gesamte Modul ca. 6 Protokolle), die die Lösungen der gestellten Probleme verständlich beschreiben müssen. Das Portfolio wird nach dessen Fertigstellung präsentiert (Dauer der Präsentation: ca. 60 Minuten) Die Kombination aus Protokollen und zugehöriger Präsentation stellt sicher, dass die erarbeiteten Lösungen und das zugehörige Wissen nicht nur schriftlich dargelegt, sondern auch praktisch angewendet werden können.</p> <p>Zusätzlich müssen die Studierenden einen ca. 15minütigen Vortrag zu einem der Themenabschnitte des Praktikums vorbereiten und halten.</p> <p>Begründung für diese zusätzliche Prüfungsleistung: Dieser Vortrag ist wichtiger Bestandteil der Ausbildung. Die Studierenden müssen einerseits in der Lage sein aktuelle und relevante Literatur eines Fachgebietes schnell zu identifizieren und zu verstehen. Da Schulungen im IT-Sicherheitsbereich essentiell sind, müssen die Studenten andererseits in der Lage sein, komplexes Wissen einem größeren Publikum in kurzer Zeit zu vermitteln. Im Praktikum bereiten die Vorträge die teilnehmenden Studierenden auf die einzelnen Themenabschnitte vor. Zusätzlich zur Bewertung durch den Dozenten, bekommt der Vortragende so direkte Rückmeldung von anderen Studenten, ob der Vortrag verständlich und ob wichtige Details enthalten waren.</p> <p>Für dieses Modul gilt eine Teilnehmerbeschränkung</p> <p>- - -</p> <p>The module is divided into topic segments of varying difficulty. Students develop a portfolio of protocols (approx. six for the entire module), describing the solutions of the stated problems for each of these segments in the specified time. The portfolio is presented when it is complete (duration of presentations: 60 minutes). The combination of protocols and associated presentation ensures that the solutions and the associated knowledge demonstrated can not only be written down, but can also be applied practically.</p>

	<p>Moreover, students must prepare and hold a 15-minute presentation on the topic segment of the practicum.</p> <p>Justification for this additional assessment: this presentation is an important part of training. Students must, on the one hand, be able to identify and understand current and relevant literature of a subject area quickly. However, since training in IT security is essential they must, on the other hand, be able to convey complex knowledge to a wider audience in a short time. During the practicum the presentations prepare the participating students for the individual topic segments. In addition to the evaluation by the instructor, the lecturer gets direct feedback from the other students on whether the presentation was comprehensible and whether important details were included.</p> <p>For this module there is a limitation of participants.</p>
Medienformen / Media used:	Labor, Rechner, Beamer Laboratory, computer, projector
Literatur / Literature/reading list:	Richtet sich nach den (wechselnden) Aufgaben Depends on the (changing) assignments

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5824 Cloud Security</b> (PN 455359)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Reiser
Dozent(in) / Lecturer:	Reiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder English German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden lernen Sicherheits-Attribute (Authentizität, Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit), verschiedene Systemmodelle und deren Sicherheits-Risiken, Ansätze und Verfahren zur Realisierung von Zugriffssteuerung in Informationssystemen, Verfahren und Modelle für Berechtigungsmanagement, Strategien zur Datenspeicherung und Metriken der Datensicherheit.</p> <p>Students learn about security attributes (authenticity, confidentiality, integrity, availability), various system models and their security risks, approaches and methods for implementing access control in information systems, procedures and models for authorization management, strategies for data storage and metrics of data security.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Sie lernen Kryptographische Techniken in der Praxis einzusetzen, Sicherheitskonzepte für Informationssysteme zu entwerfen und zu implementieren, Autorisierungs- und Authentisierungsinfrastrukturen zu entwerfen und zu nutzen sowie Systeme in Bezug auf ihre Sicherheit zu bewerten.</p> <p>They learn to use cryptographic techniques in practice to design and implement security policies for information systems, to</p>

	<p>design and to use authorization and authentication infrastructures, and to evaluate systems in terms of their safety.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Sie erlernen die Sicherheit von vorhandenen Informationssystemen analysieren und beurteilen zu können, Alternativen bei der Planung von Sicherheitslösungen für Informationssysteme abwägen zu können sowie Vor- und Nachteile von Sicherheitskonzepten für verteilte Informationssysteme abhängig von Einsatzzweck und Systemarchitektur bewerten zu können.</p> <p>They learn to analyze and evaluate the safety of existing information systems and to be able to weigh alternatives in the design of security solutions for information systems as well as evaluating the advantages and disadvantages of security concepts for distributed information systems depending on the application and system architecture.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul beinhaltet die Themen Authentisierungsverfahren, Zugriffskontrolle wie Mandatory Access Control (MAC), Discretionary Access Control (DAC), Access Control Lists (ACLs), Role-based Access Control (RBAC); Benutzerverwaltung, Identity Management, Praktisches Sicherheitsmanagement wie Schutzziele, Risiken, Sicherheitspolitiken; Aktuelle Trends wie veränderte Rahmenbedingungen für IT-Sicherheit durch zunehmende mobile Vernetzung, Cloud-Computing und Dezentralisierung.</p> <p>The module includes the topics of authentication methods, access control, such as Mandatory Access Control (MAC) Discretionary Access Control (DAC), Access Control Lists (ACLs), Role-based Access Control (RBAC), user management, identity management, Practical safety management as protection objectives, risks, security policies; Current trends such as changing conditions of IT security by increasing mobile networking, cloud computing and decentralization.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Portfolioprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearbeitung eines etwa 6-wöchigen Semesterprojekts, nachgewiesen durch ein ca. 10-minütiges Kolloquium mit Präsentation der eigenen Konzepte und Ergebnisse</li> <li>• 60 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung jeweils in deutscher oder englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer.</li> </ul> <p>Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>- - -</p> <p>Portfolio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Project (approx. 6 weeks), assessed in a presentation (approx. 10 min) of the concepts and the results</li> <li>• 60-minute written examination or approx. 20-minute oral examination, depending on the number of listeners, in German or English.</li> </ul> <p>The exact mode of assessment will be indicated at the</p>

	beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Tafel Presentation and projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Nach Ansage in der Vorlesung Announced during the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5832 Algebra und Zahlentheorie I</b> (PN 405149) <b>Algebra and Number Theory I</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser, Kreuzer, Zumbrägel
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus “Algorithmics and Mathematical Modeling”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbereitung 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II Linear Algebra I + II, Analysis I + II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen algebraische Strukturen und Homomorphismen im Sinne der universellen Algebra. Sie verfügen über zahlreiche Beispiele algebraischer Strukturen und kennen einige ihrer grundlegenden Eigenschaften. Sie kennen die Axiomatik der natürlichen Zahlen und den sukzessiven Aufbau anderer Zahlbereiche aus den natürlichen Zahlen.</p> <p>The students get familiar with algebraic structures and morphisms in the sense of universal algebra. They will have numerous examples of algebraic structures and know some of their basic properties. They will know the axioms of natural numbers and the gradual development of other numerical ranges of the natural numbers</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden können in elementaren algebraischen Strukturen einfache Beweise führen.</p> <p>Students can perform simple proofs in elementary algebraic structures.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erkennen übergeordnete Konzepte in der Algebra und können spezielle algebraische Strukturen in einen größeren Kontext einordnen.</p>

	The students recognize higher-level concepts in algebra and algebraic structures can place them in a larger context.
Inhalt / Course content:	<p>Algebraische Strukturen werden mit den Methoden der universellen Algebra allgemein eingeführt. Generische Methoden, etwa Termmodelle werden erläutert. Es werden zahlreiche spezielle Klassen algebraischer Strukturen vorgestellt. Eingehend wird der Aufbau des Zahlensystems (natürliche Zahlen, ganze Zahlen, rationale Zahlen, reelle Zahlen, komplexe Zahlen) beschrieben. Die Strukturanalyse algebraischer Strukturen wird anhand der endlichen Gruppentheorie erläutert.</p> <p>Algebraic structures are generally introduced by the methods of universal algebra. Generic methods, such term models are explained. Various special classes of algebraic structures are presented. Inbound, the structure of the number system (natural numbers, integers, rational numbers, real numbers, complex numbers) is described. Structural analysis of algebraic structures is illustrated by the finite group theory.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>120 Minuten Klausur 120 minutes written exam</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Overhead-Folien oder Tafel Presentation and overhead projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>z.B. P.M. Cohn, Universal Algebra (Springer) und M. Artin, Algebra (Birkhäuser)</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5835 Rings and Modules</b> (PN 455364)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Zumbrägel
Dozent(in) / Lecturer:	Zumbrägel
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus “Algorithmics and Mathematical Modeling”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algebra und Zahlentheorie I + II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u> 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><u>Fähigkeiten / Abilities</u> 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><u>Kompetenzen / Competencies</u> 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:	Die Vorlesung behandelt Grundlagen der Theorie der (nichtkommutativen) Ringe und ihrer Moduln, sowie einige Anwendungen. 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.



	The course deals with foundations of the theory of (noncommutative) rings and their modules, as well as some applications. 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.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Min.). Die Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang auf der Internetseite der Fakultät bekannt gegeben.
Medienformen / Media used:	Beamer, Tafel Presentation and overhead projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Frank W. Anderson, Kent R. Fuller, Rings and Categories of Modules, Springer (1992) Tsit-Yuen Lam, Lectures on Modules and Rings, Springer (1999) Friedrich Kasch, Moduln und Ringe, Teubner (1977)

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5842 Programming Styles</b> (PN 455377)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Gambi
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 105 hours exercises, independent study and assignment preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Software Engineering, SE-Praktikum, Programmierung I + II Software Engineering, SE practicum, Programming I + II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Studierende erlernen fundamentale Programmierkonzepte welche die wichtigsten Programmierstile wie Prozedurale, Objekt-Orientierte, Funktionale, Verteilte, Daten-zentrierte, und Reaktive Programmierung. The students learn fundamental concepts of programming that define the most important programming styles such as procedural, object-orientated, functional, distributed/concurrent, data-centric and reactive.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Teilnehmer erkennen Programmierstile und darunterliegende theoretische Konzepte. Teilnehmende können in verschiedenen Stilen programmieren, die Unterschiede benennen, und die Stile an Randbedingungen anpassen. The participants learn the ability to identify the style(s) used to implement various programs, explain the rationales behind this choice, and write programs in different styles and programming languages such that the programs respect the constraints imposed by programming language and the runtime environment (e.g., memory constraint, distributed systems, unreliable infrastructure).</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p>

	<p>Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Programmierung und im Programmmentwurf unabhängig von der Programmiersprache.</p> <p>The participants will learn theoretical and practical skills in programming independently of the programming language used.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encapsulation</li> <li>• Publish-subscribe</li> <li>• Inversion of Control, Dependency Injection</li> <li>• Abstract, higher-order, pure, lambda functions</li> <li>• Monads, Currying</li> <li>• Dynamic Lookup</li> <li>• Composition, Continuation</li> <li>• Class-based and Prototype-based</li> <li>• Styles: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Things</li> <li>○ Bulletting Board</li> <li>○ Hollywood</li> <li>○ Pipeline</li> <li>○ Letterbox</li> <li>○ Closedmaps</li> <li>○ The One</li> <li>○ Quarantine</li> </ul> </li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder Porfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>90-minute exam or portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation, Beamer, Übungsblätter</p> <p>Presentation, projector, exercises</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Lopes, Cristina Videira. <i>Exercises in programming style</i>. Chapman and Hall/CRC, 2016.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5843 Software-Analyse</b> <b>Software Analysis</b> (PN 455368)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Fraser
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems ”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 120 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Software Engineering, Programmierung I + II, Software Engineering Praktikum
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden erlernen Basiskonzepte der Analyse von Software und fortgeschrittene Methoden zur Fehlerfindung. Die Konzepte umfassen statische Methoden der Sourcecode-Analyse, dynamische Methoden der Laufzeitanalyse, Bytecodeinstrumentierung, Testmethoden, automatisierte Debugging- und Testmethoden, Fehlervorhersage, sowie automatisierte Korrektheitsbeweise.</p> <p>Students learn about the basic concepts of software analysis and advanced methods of identifying software defects. The concepts include static source code analysis, dynamic program analysis, bytecode instrumentation, testing methods, automated debugging and fault localisation, defect prediction, as well as formal verification.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Teilnehmer kennen die wichtigsten Methoden zum Analysieren von Softwaresystemen. Insbesondere sind sie in der Lage, Analysemethoden programmieretechnisch umzusetzen. Dazu benötigte grundlegende Algorithmen können sie erklären und ggf. mit alternativen Algorithmen vergleichen.</p>

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5844 Advanced Software Product Development (PN 455376)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Fraser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 180 Std. Vor- und Nachbearbeitung des Praktikums 60 contact hours + 180 hours independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	8
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung I + II, SE Praktikum, Software Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden erlernen Methoden und Techniken zur Entwicklung eines Software Systems aus einer holistischen Sicht, von der Ideenfindung, über die Konzeption und Analyse der Anforderungen, bis hin zum fertigen Produkt und dessen Vermarktung. The students learn holistic methods and techniques for developing software systems from ideation over the conception and requirements analysis to the finished product and its marketing.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Teilnehmer erwerben die Fähigkeit, Methoden, Praktiken und Tools der agilen Softwareentwicklung zur Entwicklung umfangreicher Softwaresysteme zielgerichtet einzusetzen und auf neue Probleme bis hin zur Produktreife zu übertragen. The participants gain the ability to apply methods, practices and tools of agile software development to produce extensive software systems and transfer them to new problems as far as production readiness.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Die Teilnehmer erwerben Kompetenzen auf technischer, methodischer und auf organisatorischer Ebene. Sie sind in der Lage, für ein gegebenes Problem Anforderungen zu erfassen, ein Design sowohl auf technischer als auch auf Benutzerebene zu erstellen, und dieses effizient umzusetzen. The participants gain technical, methodical and organizational knowledge. They are able to determine the requirements for a</p>

	given problem, to create a design at a technical and user level, and to implement it efficiently.
Inhalt / Course content:	<p>Studierende bearbeiten eine Problemstellung, die als grober thematischer Rahmen vorgegeben wird. Aus diesem Rahmen heraus entwickeln die Studierenden konkrete Lösungsideen, welche schrittweise verfeinert und zu einem Produkt entwickelt werden. Ausgangspunkte für die Problemstellungen bilden technische oder gesellschaftliche Fragestellungen, welche zu Beginn der Veranstaltung ausgewählt werden. Zentral sind hierbei auch die Problemstellungen, welche aktuelle Themen des Software Engineering formen, etwa Data Science oder Machine Learning. Dabei werden in der Veranstaltung immer mindestens die folgenden Grundthemen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungsanalyse mit User Stories</li> <li>• Agile Entwicklung mit Scrum/Kanban/Scrumban</li> <li>• Test Driven Development</li> <li>• UX Design</li> <li>• Marketing</li> <li>• Rechtliche Aspekte (Copyright, Lizenzen, etc.)</li> <li>• Gründung/StartUp</li> </ul> <p>Übergeordnetes und erwünschtes Ergebnis der praktischen Arbeiten ist ein potenziell vermarktbares Produkt, d.h. eine Software, die allen wesentlichen Qualitätsanforderungen an eine produktiv einsetzbare Software entspricht und einen für ein erfolgreiches Produkt ausreichend großen Nutzerkreis erreichen kann.</p> <p>Studierende erhalten theoretische Grundlagen in Vorträgen, und erarbeiten in kleinen Teams eine Lösung für das Problem. Dabei folgen die Studierenden einem agilen Vorgehensmodell in Iterationen mit rotierenden Rollen, inklusive regelmäßiger Review- und Planungstreffen; beginnend bei eigener Anforderungsanalyse, bis hin zur Endabnahme und Vermarktung.</p> <p>- - -</p> <p>Given a technical or social issue announced at the beginning of the course, students develop their own solutions to the topic, which they refine step by step. For this, current issues in software engineering such as data science and machine learning play a central role. The course covers at least the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requirements analysis with user stories</li> <li>• Agile development with Scrum/Kanban/Scrumban</li> <li>• Test driven development</li> <li>• UX design</li> <li>• Marketing</li> <li>• Legal aspects (copyright, license, etc.)</li> <li>• StartUp</li> </ul> <p>The desired result is a marketable product meeting all central quality requirements a deployable software should meet as well as a broad spectrum of potential users.</p> <p>Students gain knowledge about the theoretical foundations through presentations. Participants work in small teams to come</p>

	up with a solution using an agile process model with rotating roles including regular meetings for review and planning.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für einzelne Module.</li> <li>• Live Systemdemonstration</li> <li>• Technischer Bericht</li> <li>• Burndown-Charts und Prozessdokumentation</li> <li>• Teilpräsentationen zu Einzelleistungen</li> <li>• Abschlusspräsentation der erstellten Software und der verwendeten Methodiken mit anschließenden mündlichen Prüfungsfragen.</li> </ul> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. Portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation, Beamer, Tafel Presentation, projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben. Will be announced in the lectures. Further reading will be announced for the individual assignments.



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5845 Search-Based Software Engineering</b> (PN 455378)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Fraser
Dozent(in) / Lecturer:	Fraser
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 105 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 105 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung I + II, Software Engineering Praktikum, Software Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Search-based Software Engineering (SBSE) beschreibt die Anwendung von meta-heuristischen Suchverfahren wie zum Beispiel genetischen Algorithmen, Simulated Annealing, oder Tabu Search, auf Software Engineering Probleme. Die Vorlesung deckt theoretische Grundlagen meta-heuristischer Suchverfahren ab (lokale Suchverfahren und Populationsbasierte Verfahren wie Genetische Algorithmen oder Particle Swarm Optimisation) und deren Anwendung auf Softwareentwicklungsprobleme des gesamten Softwareentwicklungsprozesses (Requirements, Design, Planung, Testing, Wartung, etc). Die Studierenden erlernen theoretische Grundlagen meta-heuristischer Suchverfahren und die wichtigsten Algorithmen lokaler und populations-basierter Suchalgorithmen sowie Basiskonzepte der Optimierungsprobleme in der Softwareentwicklung. Search-based software engineering (SBSE) applies metaheuristic search techniques such as genetic algorithms, simulated annealing and tabu search to software engineering problems. This course covers the theory of major classes of metaheuristic optimisation algorithms, including local search algorithms and population based optimisation (such as genetic algorithms and particle swarm optimisation) and their application to software engineering problems across the software development lifecycle (requirements, design, planning, testing, maintenance, etc). Participants will learn the fundamental basics</p>

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

Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.</p> <p>Will be announced in the lectures. Further reading will be announced for the individual assignments.</p>
--------------------------------------	--

Modulbezeichnung / Module title	<b>5850 Mobile Security</b> (PN 455411)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering	Jedes 2 Sommersemester Every 2 summer semester
Moduldauer / Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor	Hammer
Dozent(in) / Lecturer	Tiwari
Sprache / Language of instruction	Englisch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe "Programmierung und Softwaresysteme" Focus "Programming and Software Systems"
Lehrform/SWS / Contact hours per week	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours, 120 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills	Programmierung 1+2, Software Engineering Praktikum, Software Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> The students learn the internals of Android apps. These concepts include a thorough understanding of the Android framework, safe practices of designing the Android apps, potential causes of Security Vulnerabilities in Android apps, and potential ways to detect and avoid these attacks.</p> <p><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> The participants will know the Android app's internals and the state-of-the-art software techniques to analyze the Android apps. They will create tools to detect various security attacks and privacy leaks in Android apps.</p> <p><b>Kompetenzen / Competencies:</b> The participants learn theoretical and practical skills of the Android framework. The participants can reuse state-of-art and write their analyses to detect and tackle vulnerabilities and privacy leaks in Android apps.</p>
Inhalt / Course content:	<p>This course aims to provide the solid foundation on Android application security. Followings are the key highlights of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding the Android app's internals</li> <li>• Understanding the state-of-the-art software techniques to analyze an Android app</li> <li>• Finding Android malware and vulnerable apps</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Designing secure Android apps</li> </ul> <p>The following is the detailed catalog:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Android app Internals</li> <li>• Reverse engineering tools</li> <li>• Introduction to static analysis</li> <li>• IFC on Android apps</li> <li>• Security attacks and their mitigation</li> <li>• Modular Inter app communication analysis</li> <li>• Hybrid apps and their privacy implications</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment	<p>90-minütige Klausur oder Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Eckpunkte einer Portofolio-Prüfung (einige Teile fakultativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-4 Projektteile zur Implementierung (teilweise in Gruppenarbeit)</li> <li>• 3-4 Teilpräsentationen max 15 min</li> <li>• 1 Abschlusspräsentation max 20 min</li> <li>• technische Berichte max 20 Seiten</li> </ul> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>90-minute written exam of portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used	Präsentation, Beamer, Übungsblätter
Literatur / Literature/reading list	Wird vom Dozent / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.

Modulbezeichnung / Module title	<b>5851 Software Process Engineering</b> (PN 455369)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor	Kuhrmann
Dozent(in) / Lecturer	Kuhrmann
Sprache / Language of instruction	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe "Programmierung und Softwaresysteme" Focus "Programming and Software Systems"
Lehrform/SWS / Contact hours per week	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hrs exercises + 70 hrs lecture follow-up and exam preparation
ECTS	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills	Programmierung I + II, Software-Engineering Programming I + II, Software Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden erlernen die Grundlagen des Softwareentwicklungsprozesses, die unterschiedlichen Basisprozesse und agilen Methoden, die Konzepte hinter dem Softwareentwicklungsprozess und die Methoden zur Entwicklung und Einführung organisationsweiter und projektspezifischer Entwicklungsprozesse. Auf der Basis eines Lifecycle-Modells erlernen die Studierenden die Analyse von Prozessanforderungen, das Design von Prozessmodellen, Techniken zur Evaluation der Prozessperformanz und die Entwicklung von prozessverbessernden Maßnahmen. Students learn the foundations of the software process, the different base processes and agile methods, the concepts behind software processes, and the methods used to define and to deploy organization-wide and project-specific development models. Using a process life cycle model, students learn to analyze process requirements, to design processes, to evaluate process performance and to design process improvements.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse über die Methoden und Techniken des Prozessentwurfs werden in den Übungen in Einzel- und Kleingruppenaufgaben vertieft, die sowohl theoretische als auch praktische Aufgaben enthalten.</p>

	<p>Knowledge from the lectures will be trained and refined in exercises. Exercises include theoretical tasks and mini-projects performed in small groups.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Methoden und Praktiken für spezifische Projektsituationen auszuwählen und diese in projektspezifischen hybriden Projektprozessen zu kombinieren. Weiterhin verstehen die Studierenden Unternehmensanforderungen an die Prozesse und sind in der Lage, Konzepte des Qualitätsmanagements anzuwenden, um unternehmensweite Prozessstandards einzuführen, Prozessperformanz zu messen und Prozessverbesserungsprojekte durchzuführen. Die Studierenden sind in der Lage, Prozesse zu analysieren, individualisierte Prozesse zu entwerfen und Vorschläge zur Prozessverbesserung zu entwickeln. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, einfache Messinstrument zur Ermittlung der Prozessperformanz und zur Analyse der Stärken und Schwächen zu entwickeln und anzuwenden.</p> <p>Students are able to select methods and practices for specific project setups and to combine them in project-specific hybrid development methods. Furthermore, students understand organization-level requirements and can apply quality management concepts and methods for company-wide process standards, process measurement and process improvement. Students are able to analyze processes, to design individualized processes, and to design process improvement proposals. Furthermore, students are able to set up a basic measurement instrument to evaluate process performance and to analyze strengths and weaknesses of software processes.</p>
Inhalt / Course content:	<p>This course includes the basic as well as advanced concepts, methods and techniques in process engineering, notably:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic software process models, e.g., phase/ stage-gate models, Waterfall, Spiral model</li> <li>• Agile and lean software development methods, e.g., Scrum, Kanban</li> <li>• Agile Scaling Models, e.g., SAFe, Less</li> <li>• Hybrid development methods, e.g., the Water-Scrum-Fall</li> <li>• Process quality and maturity models, e.g., CMMI, ISO 15504</li> <li>• Software Process Lines</li> <li>• Software Process Improvement (SPI)</li> <li>• Software process metamodels</li> <li>• Techniques to tailor software processes to organizations and projects</li> <li>• Advanced techniques to analyze, design, realize, and evolve software processes</li> <li>• Quality management concepts and methods to measure project performance and to improve company-wide and project-specific development methods</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment	<p>90-Min.-Klausur oder Portfolioprüfung 90-minute written examination or portfolio exam</p>
Medienformen / Media used	<p>Präsentation mit Beamer und Tafel, Übungsaufgaben Presentation with projector and blackboard, exercise sheets</p>

Literatur / Literature/reading list	<p>Münch, Armbrust, Kowalczyk, Soto: Software Process Definition and Management. Springer, 2012.</p> <p>Kuhrmann, Münch, Richardson, Rausch, Zhang: Managing Software Process Evolution. Springer, 2016</p> <p>Kneuper: Software Processes and Life Cycle Models: An Introduction to Modeling, Using and Managing Agile, Plan-Driven and Hybrid Processes. Springer, 2018</p>
-------------------------------------	---



Modulbezeichnung / Module title	<b>5851 Program Repair</b> (PN 455407)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering	Jedes 2. Sommersemester
Moduldauer / Module duration	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor	Hammer, Tiwari
Dozent(in) / Lecturer	Hammer, Tiwari
Sprache / Language of instruction	Englisch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours, 120 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills	Programmierung 1+2, Software Engineering Praktikum, Software Engineering, Algebra und Logik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> The students learn the basic foundation of the program repair process. These concepts include a thorough understanding of bug detection, patch creation, and risk involved during the program repair process. This course also exposes the students to understand and analyze the bugs in industrial software. Various repairs for specific problems and their applicability in the bug-specific situation are discussed.</p> <p><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> The participants will know the state-of-the-art software techniques to PR. They will create tools to employ current and new techniques of Program Repair.</p> <p><b>Kompetenzen / Competencies:</b> The participants will obtain the theoretical and practical skills required to develop automated program repair techniques. The participants can reuse state-of-art and write their own techniques to tackle known problems with Program Repair techniques.</p>
Inhalt / Course content:	The reliance on open-source software exposes our infrastructures to software bugs. Many software systems are shipped with both know and unknown bugs/vulnerabilities. Particularly, identifying and repairing bugs/vulnerabilities presents considerable hurdles. “Put simply: Bugs are

	<p>ubiquitous, and finding and repairing them are difficult, time-consuming, and manual processes.” Program repair is a relatively new technique that aims to automatically find and correct flaws in software.</p> <p>This course aims to provide a solid foundation on various Program Repair techniques. Followings are the key insights of the course:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understanding the components involved in Program Repair techniques.</li> <li>2. Learn the challenges and open-ended problems in Program Repair.</li> <li>3. Learn from the application— Apply various Program Repair techniques to open-sourced projects.</li> <li>4. Create and design practical Program Repair techniques.</li> </ol> <p>The following is the detailed catalogue:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to program analysis and automated program repair</li> <li>2. Fault localization— Spectrum based &amp; Semantic-based</li> <li>3. Search-based (Generate &amp; Validate) Program repair — Genetic mutation-based &amp; Historical based PR</li> <li>4. Semantic-based Program repair — Symbolic Execution based &amp; Static analysis based PR</li> <li>5. Challenges in Program Repair — Overfitting &amp; Ranking</li> <li>6. Learning-based program repair — Neural Repair</li> <li>7. Real World applicability of PR tools — Solution and challenges</li> </ol>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment	<p>90-minütige Klausur oder Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Eckpunkte einer Portfolio-Prüfung (einige Teile fakultativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-4 Projektteile zur Implementierung (teilweise in Gruppenarbeit)</li> <li>• 3-4 Teilpräsentationen max 15 min</li> <li>• 1 Abschlusspräsentation max 20 min</li> <li>• technische Berichte max 20 Seiten</li> </ul> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>90-minute exam of portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used	Präsentation, Beamer, Übungsblätter
Literatur / Literature/reading list	Wird vom Dozent / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5852 Requirements Engineering</b> (PN 455379)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kuhrmann
Dozent(in) / Lecturer:	Kuhrmann
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems ”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. selbstständige Arbeit und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 120 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Software Engineering, Programmierung I + II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	After the course, students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Can describe what requirements engineering is and what its role in software projects is.</li> <li>• Can name requirements engineering methods</li> <li>• Can connect and evaluate different requirements engineering methods in various contexts.</li> <li>• Can apply requirements engineering techniques to small examples</li> </ul>
Inhalt / Course content:	Requirements Engineering is the first phase in software projects and is crucial for a project's success. Decisions made in this phase significantly impact the project. In this phase, stakeholders are identified, conflicts are identified and resolved, and the requirements for the desired system are developed. Requirements are also the basis for contracting as they help defining the acceptance criteria of a system. This course introduces all relevant topics regarding the requirements engineering (RE), notably: <ul style="list-style-type: none"> <li>• General tasks in RE</li> <li>• Requirement types</li> <li>• Requirement elicitation, negotiation, documentation, and management</li> <li>• Formalizing requirements</li> <li>• Preparing requirements for system development</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• These topic help students understand the importance of requirements engineering and enables them to select and apply the relevant methods in software projects.</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 Minuten Klausur 90-minute written exam
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer, Flipchart Blackboard, projector, flip chart
Literatur / Literature/reading list:	<p>I. Sommerville, G. Kotonya: Requirements Engineering: Processes and Techniques</p> <p>I. Sommerville, P. Sawyer: Requirements Engineering: A Good Practice Guide</p> <p>K. E. Wiegers: Software Requirements</p> <p>S. Robertson, J. Robertson: Mastering the Requirements Engineering Process</p> <p>I. Alexander, R. Stevens: Writing better requirements</p> <p>L. Maciaszek: Requirements Analysis and System Design</p> <p>A. van Lamsweerde: Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications</p> <p>Further relevant literature will be named in the respective sessions.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5853 Empirische Methoden des Software Engineering</b> <b>Empirical Methods for Software Engineering</b> (PN 455375)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kuhrmann
Dozent(in) / Lecturer:	Kuhrmann
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems ”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. selbstständige Arbeit/Projektarbeit und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 120 hours independent study and exam preparation and project work
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Software Engineering, Programmierung I + II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Nach der Beendigung dieser Lehrveranstaltung werden Studierende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empirische Methoden zur Evaluierung von wissenschaftlichen Fragestellungen kennen und anwenden können</li> <li>• Wissenschaftliche Aussagen kritisch hinterfragen können und deren Zuverlässigkeit einschätzen können</li> <li>• Befähigt sein eine geeignete Evaluierungsmethode für eine wissenschaftliche Fragestellung begründet auszuwählen</li> <li>• In Abschlussarbeiten eine geeignete Evaluierung durchführen können</li> </ul> After the course, students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know and can use empirical methods for evaluating scientific problems.</li> <li>• Can challenge scientific statements and can evaluate their reliability.</li> <li>• Can select proper scientific methods to work on a scientific problem.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can provide a proper evaluation for their thesis and other study-related work.</li> </ul>
Inhalt / Course content:	<p>Neue Ergebnisse in der Informatik (und insbesondere in der Softwaretechnik) haben oft zum Ziel, dass ein System bessere Qualität hat, geringere Kosten verursacht, schneller ist, wartbarer ist, oder von Benutzern besser verstanden wird. Aber wie lassen sich solche Aussagen belegen, insbesondere wenn Benutzer involviert sind? Die Vorlesung stellt verschiedene empirische Methoden zur Evaluierung vor und diskutiert, welche Evaluierung für welche Fragestellungen geeignet ist. Beispiele werden überwiegend aus dem Bereich Softwaretechnik entnommen.</p> <p>Inhalte der Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Methode, Beweise, Empirie</li> <li>• Rigorose Messung von Performance, Benchmarks</li> <li>• Fallstudien und Umfragen</li> <li>• Quantitative Messungen: Metriken, Software Repositories</li> <li>• Kontrollierte Experimente mit Entwicklern</li> <li>• Notwendige statistische Grundlagen</li> </ul> <p>New results in computer science, notably in software engineering, aim at increasing the quality of a system, reducing the costs, improving performance and maintainability, or improving the understandability and usability of software systems. Yet, how can respective statements be evaluated, especially if user (Humans) are involved? This course introduces a collection of empirical methods and discusses their suitability for evaluating given problems. Examples are primarily taken from the software engineering domain. The content of the course includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scientific method, proofs, empiricism</li> <li>• Rigorous measurement, benchmarking</li> <li>• Case studies and survey research</li> <li>• Quantitative methods: metrics, software repositories</li> <li>• Controlled experiments</li> <li>• Required statistical methods</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 Minuten Klausur 90-minute written exam</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer, Flipchart Blackboard, projector, flip chart</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wohlin et al.: Experimentation in Software Engineering, Springer, 2012</p> <p>Runeson et al.: Case Study Research in Software Engineering, Wiley, 2012</p> <p>Shull et al. (Eds.): Guide to Advanced Empirical Software Engineering, Springer, 2008</p> <p>Kitchenham et al.: Evidence-based Software Engineering and Systematic Reviews, CRC Press, 2016</p>

	<p>Field et al.: Discovering Statistics with R, Sage Publications, 2012</p> <p>Further complementing (scientific articles) literature will be named in the course.</p>
--	--

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5854 Secure Information Flow</b> (PN 455384)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes 2. Sommersemester Every other summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Hammer
Dozent(in) / Lecturer:	Hammer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ und Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “Programming and Software Systems” and focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben, Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 120 hours exercises, independent study and exam preparation and project work
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Software Engineering, Programmierung I + II, SEP, Algebra und Logik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden erlernen Basiskonzepte der Informationsflusskontrolle und der Nichtinterferenz. Die Konzepte umfassen statische Methoden der Sourcecode-Analyse, dynamische Methoden der Laufzeitanalyse, sowie manuelle Korrektheitsbeweise.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Teilnehmer kennen die wichtigsten Methoden zum Analysieren des Informationsflusses in Softwaresystemen und sind in der Lage, Analysemethoden programmiertechnisch umzusetzen. Dazu benötigte grundlegende Algorithmen können sie erklären und mit alternativen Algorithmen vergleichen.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von Informationsflussanalysen. Weiterhin sind die Studierenden befähigt, einzelne Analysen auch auf andere Problemstellungen und Analyseziele anzupassen.</p>
Inhalt / Course content:	Typsysteme um Vertraulichkeit in imperativen Programmiersprachen zu garantieren



	<p>Analyse von multi-threading Programmen</p> <p>Statische Programmanalyse (basierend auf Program Slicing)</p> <p>Declassification, Integrität</p> <p>Dynamische vs. statische Informationsflusskontrolle</p> <p>IFC für realistische Sprachen (OOP, dynamische Sprachen)</p> <p>Quantitative IFC</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation.</p> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>90-minute exam of portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation, Beamer, Übungsblätter</p> <p>Presentation, projector, exercise sheets</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5855 Object-Oriented Programming with C++ (PN 453002)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes 2. Wintersemester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Hammer
Dozent(in) / Lecturer:	Hammer
Sprache / Language of instruction:	Englisch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ focus “Programming and Software Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours, 120 hours exercises, independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung 1+2, Software Engineering Praktikum, Software Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> Die Studierenden erlernen Basiskonzepte der objekt-orientierten Programmierung und weitere fortgeschrittene Konzepte der Programmiersprache C++. Die Konzepte umfassen z.B. ((Mehrfach-)Vererbung, Ausnahmebehandlung, Templates, Operatorüberladung, Ein-/Ausgabe mit Streams, Lambdas, das Speichermodell und Multi-Treading.</p> <p><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> Die Teilnehmer kennen die wichtigsten Konzepte der objekt-orientierten Programmierung in C++ und sind in der Lage, diese Konzepte korrekt umzusetzen. Sie können die Umsetzung in Compilern erklären und die daraus folgenden Konsequenzen analysieren sowie die passenden Anwendungsgebiete identifizieren und Sicherheitsaspekte einschätzen.</p> <p><b>Kompetenzen / Competencies:</b> Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von maschinennaher objekt-orientierter Programmierung. Weiterhin sind die Studierenden befähigt, die erlernten</p>

	Konzepte auch auf andere Programmiersprachen und Systeme anzupassen.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objekt-orientierte Programmierung</li> <li>• Vererbung, Mehrachvererbung (auch virtuell)</li> <li>• Ausnahmebehandlung</li> <li>• Template Programmierung</li> <li>• Operatorüberladung</li> <li>• Manuelles und semi-automatisches Speichermanagement</li> <li>• Stream-basierte Ein-/Ausgabe</li> <li>• Lambdas</li> <li>• Mult-Threading</li> <li>• Speichermodell</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90-minütige Klausur oder Portfolio-Prüfung. Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext in C++, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation.</p> <p>Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>90-minute exam of portfolio-exam. The exact mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation, Beamer, Übungsblätter
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5856 Compiler Construction</b> (PN 455402)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Jedes 2. Sommersemester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Hammer
Dozent(in) / Lecturer:	Hammer
Sprache / Language of instruction:	Englisch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 180 Std. Übungsaufgaben, Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine / None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden sind mit den Techniken der syntaktischen und semantischen Sprachbehandlung von Übersetzern und Interpretern sowie der Codegenerierung und -optimierung, insbesondere mit Hilfe von Programmanalyse vertraut.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden sind in der Lage, prototypische sprachverarbeitende Systeme eigenständig zu erstellen.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u> Die Studierenden sind in der Lage, Software Entwicklungsarbeiten mit der Erstellung kleinerer, domänenspezifischer Programmiersprachen zu unterstützen oder Anpassungen an größeren sprachverarbeitenden Systemen vorzunehmen.</p>
Inhalt / Course content:	Behandlung der verschiedenen Phasen eines Übersetzers: Lexikalische, syntaktische und semantische Analyse eines Source Programms, Codegenerierung und -optimierung für abstrakte und reale Maschinen, Grundlagen der Programmanalyse.

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min. Klausur oder Portfolioprüfung.  Mögliche Portfoliobestandteile sind technische Berichte, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext für Softwareanalysen, Live-Systemdemonstration, Teilpräsentationen zu Einzelleistungen, laufende, fortzuschreibende technische Teilberichte zur Zusammenfassung zu einem Gesamtdokument, Abschlusspräsentation. Eckpunkte einer Portofolio-Prüfung (einige Teile fakultativ): <ul style="list-style-type: none"><li>• 3-4 Projektteile zur Implementierung (teilweise in Gruppenarbeit)</li><li>• 3-4 Teilpräsentationen max 15 min</li><li>• 1 Abschlusspräsentation max 20 min</li><li>• technische Berichte max 20 Seiten</li></ul> Die genauen Anforderungen werden vom Dozierenden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
Medienformen / Media used:	Beamer, Tafel, Übungsblätter
Literatur / Literature/reading list:	Aho, Lam, Sethi, Ullman: Compilers - Principles, Techniques and Tools. Addison-Wesley.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5871 Commutative Algebra</b> (PN 455387)
Häufigkeit des Modulangebots	Unregelmäßig Irregular
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kreuzer
Dozent(in) / Lecturer:	Kreuzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algebra und Zahlentheorie I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills</u></p> <p>Die Studierenden lernen grundlegende Klassen kommutativer Ringe und ihre Eigenschaften kennen. Sie sind mit den Beziehungen diverser ringtheoretischer Eigenschaften untereinander sowie mit zentralen Struktursätzen der kommutativen Algebra vertraut.</p> <p>Students get to know basic classes of commutative rings and their properties. They are familiar with the relations of various ring theoretic properties to each other and with central structure theorems in Commutative Algebra.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden üben wichtige Beweistechniken aus der kommutativen Algebra und sind in der Lage, diese zielsicher und korrekt einzusetzen. Sie sind fähig, kommutative Ringe gemäß ihren Eigenschaften zu analysieren und zu klassifizieren.</p> <p>Students practice important proof techniques in Commutative Algebra and are able to apply them in a purposeful and correct manner. They succeed in analysing and classifying commutative rings according to their structural properties.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden lernen sich in komplexen abstrakten Problemsituationen zurecht zu finden. Sie finden Lösungswege und können ihre Erkenntnisse mit exakten Beweisen untermauern.</p>

	The students learn to manage complex abstract problem settings. They find solutions and are capable of substantiating their insights with exact proofs.
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul führt in wichtige Teile der Theorie der kommutativen Ringe ein. Nach dem ersten Studium grundlegender Typen solcher Ringe werden das Primspektrum, die Zariski-Topologie, die Primärzerlegung und die klassische Dimensionstheorie betrachtet. Ferner werden die Technik der Lokalisierung und wichtige Klassen lokaler Ringe (wie reguläre lokale Ringe, lokale vollständige Durchschnitte und Cohen-Macaulay Ringe) untersucht.</p> <p>The module introduces important parts of the theory of commutative rings. After an initial study of basic types of such rings, the prime spectrum, the Zariski topology, primary decomposition and classical dimension theory become the focus of attention. Furthermore, the technique of localisation and important classes of local rings (such as regular local rings, local complete intersections, and Cohen-Macaulay rings) are examined.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>60 Minuten Klausur oder ca. 20 Minuten mündliche Prüfung in englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. /</p> <p>Written exam (60 minutes) or oral exam (about 20 minutes); the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Nach Ansage in der Vorlesung</p> <p>Announced in the lecture course</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5873 Operatortheorie</b> <b>Operator Theory</b> (PN 401403)
Häufigkeit des Modulangebots	Alle vier Semester Every four semesters
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
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 None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I und II, Analysis I und II
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Lehramt Mathematik Gymnasium Teacher training programme for secondary education in Mathematics (Gymnasium)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Techniken, um Operatoren in Banach- und Hilbert-Räumen, zu analysieren <u>Fähigkeiten</u> Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden der Operatortheorie bei konkreten Fragestellungen zu aktuellen Themen der Mathematik und der Naturwissenschaften anzuwenden.
Inhalt / Course content:	Inhalt in Stichpunkten: Banach- und Hilbert-Räume, Dualität Basen in Banach und Hilbert-Räumen Hauptsätze für Operatoren auf Banach-Räumen: Sätze von Hahn-Banach, Satz über die offene Abbildung, Satz von abgeschlossenen Graphen Spektraltheorie kompakter Operatoren Spektraltheorie selbstadjungierter Operatoren
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer, Übungsblätter



Literatur / Literature/reading list:	W. Rudin, Functional Analysis, McGraw Hill, 1991. M. Reed/B. Simon, Functional Analysis, Academic Press, 1972. D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, 2007. F. Hirzebruch, W. Scharlau: Einführung in die Funktionalanalysis, BI-Hochschulbücher, 1991
--------------------------------------	---

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5880 Dependable Distributed Systems</b> (PN 455403)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Reiser
Dozent(in) / Lecturer:	Reiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 hours Follow-up and preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studenten erwerben die Kenntnis von Metriken für Zuverlässigkeit, Grundlegende Modelle für verteilte Systeme, Verfahren zur Ausfallerkennung in verteilten Systemen, Redundanztechniken, Algorithmen für zuverlässige Gruppenkommunikation, Einbruchstolerante Systeme sowie Koordinierungsverfahren in verteilten Systemen und Zuverlässige Datenspeicherung.</p> <p>The students acquire the knowledge of metrics for reliability, basic models for distributed systems, methods for failure detection in distributed systems, redundancy techniques, algorithms for reliable group communication, intrusion-tolerant systems, and coordination processes in distributed systems and reliable data storage.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studenten verstehen komplexe Algorithmen für verteilte Systeme. Sie können algorithmische Lösungen und Architekturen bezüglich Komplexität und Zuverlässigkeit beurteilen und sie können geeignete Lösungen für verschiedene praxisbezogene Anwendungsfelder auswählen.</p> <p>The students understand complex algorithms for distributed systems. They can judge algorithmic solutions and architectures</p>

	<p>with respect to complexity and reliability and they can choose appropriate solutions for different practical_application fields.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studenten beherrschen das Anwenden von theoretisch fundierten Algorithmen in praxisbezogenen Lösungen sowie das Abwägen von Entwurfalternativen bei der Planung von zuverlässigen verteilten Systemen.</p> <p>The students master the application of theory-based algorithms into practical solutions, and the arbitration of design alternatives in the design of reliable distributed systems.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul beinhaltet die Themen Grundlegende Metriken (Ausfallwahrscheinlichkeit, MTBF, MTTB, Verfügbarkeit); Modelle für Zeit, Kommunikation und räumliche Verteilung; Theoretische Modelle für Ausfallerkennung; Gruppenkommunikation: Problemstellung, Semantiken, Algorithmen; Konzept der aktiven und passiven Replikation, jeweilige Vor- und Nachteile; Byzantinische Fehlertoleranz (BFT) und deren Anwendung bei einbruchstoleranten Systemen; Uhrensynchronisation, verteilten Koordinierung (Wahl- und Sperralgorithmen); Synchronisationsdienste (Chubby, ZooKeeper) und Zuverlässige Datenspeicherung in großen Systemen (Redundanz, Backup-Strategien, RAID-Systeme).</p> <p>The module includes the topics of Basic metrics (probability of failure, MTBF, MTTB, availability); models for time, communication and spatial distribution; theoretical models for failure detection, group communication: issues, semantics, algorithms, concept of active and passive replication, their respective advantages and disadvantages; Byzantine fault tolerance (BFT) and their application to intrusion-tolerant systems, clock synchronization, distributed coordination (choice and barrier algorithms); synchronization Services (Chubby, ZooKeeper) and reliable data storage in large systems (redundancy, backup strategies, RAID systems).</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>60 Minuten Klausur oder 20 Minuten mündliche Prüfung jeweils in deutscher oder englischer Sprache und je nach Anzahl der Hörer. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>60-minute exam or 20-minute oral examination, depending on the number of listeners, in German or English. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Projector, presentation and blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>C.Cachine, R. Guerraoui, L. Rodrigues, Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming, Springer, 2011</p> <p>Israel Koren, C. Mani Krishna, Fault-Tolerant Systems, Morgan Kaufmann, 2007.</p>

	<p>P. Veríssimo and L. Rodrigues, Distributed Systems for System Architects, Kluwer Academic Publishers, 2001, Parts I and II.</p> <p>Wissenschaftliche Artikel nach Ansage in der Vorlesung / Scientific Articles to be announced in the lecture</p>
--	---

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5881 Privacy Enhancing Techniques</b> (PN 405223)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Cuellar
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs, Vorbereitung eines Referats und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 60 hours Follow-up, preparing a presentation, and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced IT Security, Security Insider Lab I or II, System Security
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden lernen wichtigsten technische Konzepte und Schlüsselfragen zum besseren Schutz der Privatsphäre und Technologien (PETs), und deren Wechselwirkung in Kombination mit konventionellen Sicherheitstechnologien, wie Verschlüsselung und Zugangskontrolle. Sie lernen wie weitverbreitete und neu entstehende Technologien Organisationen ermöglichen, verschiedene Arten von personenbezogenen Daten zu sammeln, verknüpfen und verarbeiten. Sie werden die aktuelle Konzepte der datenschutzfreundliche Technologien (Privacy-Enhancing Technologies, PET) und die Standardmethoden von Privacy-by-Design kennenlernen, inklusive die neuere Entwicklungen, wie Privacy Enhancing Architekturen und LINDDUN. Students learn key technical concepts related to privacy, both regarding the associated issues in current and emerging technologies, and the possibilities of protecting the privacy in those applications. Students learn generic principles, methods, and tools of privacyby-design (PbD) and of privacy enhancing technologies (PETs), including data anonymization and perturbation techniques. They also learn which methods are adequate for particular situations, for data release, for big data applications (in clouds, for instance), and for applications based

	<p>on sensors and actuators in constrained environments. On the other hand students will learn the basic limitations of PETs.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden entwickeln Fertigkeiten in der frühzeitige Erkennung, Identifizierung und Bewertung von Datenschutzgefahren und Risiken in existierenden oder geplanten Anwendungen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, diese Risiken professionell zu begegnen indem sie Modifikationen in der Funktionalität der Anwendung vorschlagen, oder adäquaten datenschutzfreundlichen Lösungen auswählen oder entwickeln, implementieren und instanzieren.</p> <p>Students will develop skills in the early detection, identification, and evaluation of privacy threats and risks in existing or planned applications. In addition, they will be able to manage and respond to the risks, either suggesting modifications in the functionality of the application, or selecting or developing adequate privacy-friendly solutions, and implementing and instantiating them.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, bewährte Methoden und Technologien einzusetzen, wie z.B. Privacy-by-Design, LINDDUN, an Hand der Anforderungen selbstständig einzusetzen und Lösungen zu konzipieren. Der Student kann die Wechselwirkung erklären zwischen Schutz der Privatsphäre, Sicherheit und Funktionalität und ist in der Lage in konkreten Situationen, Kompromisse zwischen diese Ziele zu finden. Dabei kann er die Stärken und Schwächen der verschiedenen PETs vergleichen. Der Student kann die aktuelle Forschungs-Literatur in diesem Bereich zu lesen und diskutieren.</p> <p>Students will know how to apply best practices and established technologies, such as Privacy by Design, LINDDUN. The students can explain the tradeoffs between privacy protection, security and functionality and to find compromises between these competing goals. They can compare the strengths and weaknesses of different PETs. The students can read and discuss the current research literature in this area.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In dem Modul werden folgende Inhalte behandelt:</p> <p>Die Vorlesung stellt datenschutzfreundliche Technologien (Privacy-Enhancing Technologies, PET) systematisch dar, sowohl im Allgemeinen als auch und insbesondere in dem Kontext von Datenbanken, Big Data (z.B., in Clouds), und in "constrained Environments", in denen Geräte mit begrenzten Ressourcen eine entscheidende Rolle spielen, als Sensoren und Aktoren. Wir werden die Bedrohungen der Privatsphäre in den verschiedenen TCP/IP- und Anwendungs- Schichten präsentieren und diskutieren sowie die Anforderungen, Konzepte, Methoden und Verfahren, um den Schutz der Privatsphäre zu gewährleisten. Wir werden auch die Probleme und Beschränkungen der Privatsphäre -Frameworks und von technologischen Lösungen, um Daten oder Ereignissen anonymisieren zu diskutieren. In dem besonderen Kontext begrenzte Umgebungen, werden wir rechnerisch leichten Methoden zu diskutieren, um besseren Schutz der Privatsphäre</p>



	<p>Anmeldeinformationen, Autorisierung, Integrität und Vertraulichkeit.</p> <p>- - -</p> <p>The course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attacks against privacy, including traffic analysis, deanonymization, and side-channel attacks</li> <li>- Systematic privacy risk assessment (for instance, using LINDDUN)</li> <li>- Privacy issues and privacy enhancing technologies in particular environments, like clouds or mobile devices, and for particular applications, including location-based services</li> <li>- Special PETs, including Trusted-computing-based PETs, privacy preserving data mining and data release</li> <li>- Differential privacy</li> <li>- Privacy-preserving software systems and applications</li> <li>- Relation between cryptography and privacy</li> <li>- Anonymous credentials</li> <li>- Anonymous routing and anonymity systems</li> <li>- Lightweight privacy-enhancing technologies for constrained environments, to provide user consent.</li> </ul>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Teilprüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referat: ca. 30-min. Referat mit Präsentation über selbsterarbeitetes Thema. Die Studierenden können am Semesterbeginn aus einer Auswahl von Themen wählen.</li> <li>• schriftliche/mündliche Prüfung: 60-min. schriftliche Prüfung oder ca. 20-min. mündliche Prüfung. Die Prüfungsart wird am Semesterbeginn durch den/die Dozent(in) / Lecturer festgelegt und bekanntgegeben.</li> </ul> <p>Eine Anmeldung zum Referat impliziert automatisch eine Anmeldung zu einem der angebotenen Termine zur schriftlichen/mündlichen Prüfung im Anschluss an den gleichen Vorlesungszeitraum.</p> <p>Um dieses Modul zu bestehen müssen beide Teilprüfungsleistungen bestanden werden. Dabei wird die schriftliche/mündliche Prüfung mit 80% gewichtet, das Referat mit 20%.</p> <p>- - -</p> <p>This module is assessed in partial examinations:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oral presentation: approx 20 min. Students in small groups will present selected topics chosen during the semester.</li> <li>• 60-minute written or 20-minute oral examination. The specific mode of assessment will be announced by the lecturer at the start of the semester.</li> </ul> <p>Registration for the presentation automatically implies a registration for any of the dates offered for written/oral examination following the same course of lectures. In order to pass this module, students must pass both partial examinations. The exam will count 80% of the grade, the oral presentation 20%.</p>

Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Tafel Präsentation, Beamer, Board
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekanntgegeben To be announced in the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5882 Resilient Internet-of-Things Infrastructures</b> (PN 455389)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Reiser
Dozent(in) / Lecturer:	Reiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vor- und Nachbereitung 60 contact hours + 120 hours exercises/presentations, independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Architektur von Infrastrukturen des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT), über verschiedene in diesem Kontext relevante Kommunikationsprotokolle sowie über IoT-Anwendungsplattformen. Sie erhalten einen Überblick über aktuelle Forschungsarbeiten im Umfeld von Zuverlässigkeit, Sicherheit und Resilienz im IoT.</p> <p>Students acquire knowledge about the architecture of Internet-of-Things (IoT) infrastructures, about various communication protocols relevant in that context, as well as about IoT application platforms. They learn about recent research in the area of reliability, security, and resilience of IoT.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden entwickeln Fertigkeiten in der Analyse und im Entwurf von IoT-Systemen. Sie können geeignete Protokolle, Plattformen und Werkzeuge auswählen und diese nutzen, um IoT-Systeme entsprechend eines Anforderungskatalogs sicher und zuverlässig in die Praxis umzusetzen.</p> <p>Students will develop skills in analysing and designing IoT systems. They are able to select adequate protocols, platforms,</p>

	<p>and tools and use them to develop IoT systems in a secure and reliable way according to a requirement specification.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erlernen soziale Kompetenz durch Teamarbeit in Übungsaufgaben und organisatorische sowie fachliche Kompetenzen bei der Entwicklung von resilienten IoT-Systemen. Students acquire social competence by team work in lab exercises as well as organisational and technical competencies in the development of resilient IoT systems.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Grundlagen zu IoT-Architekturen</p> <p>IoT-Hardware</p> <p>IoT-Kommunikationstechnologien</p> <p>IoT-Vernetzungsinfrastrukturen</p> <p>IoT-Entwicklungsumgebungen</p> <p>Aktuelle IoT-bezogene Forschungsarbeiten zu den Themen Zuverlässigkeit, Sicherheit und Resilienz /</p> <p>Foundations of IoT architectures</p> <p>IoT hardware</p> <p>IoT communication technologies</p> <p>IoT networking infrastructures</p> <p>IoT development environments</p> <p>Recent IoT-related research on the topics reliability, security, and resilience</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Portfolio (techn. Bericht, Präsentation)</p> <p>Mögliche Portfoliobestandteile sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständige Zusammenfassung/Präsentation von relevanten wiss. Arbeiten zu den Themen der Lehrveranstaltung</li> <li>• Abschlusspräsentation der Ergebnisse eines praktischen Übungsprojekts</li> <li>• Abschlussbericht zu einem praktischen Übungsprojekt</li> </ul> <p>Die Bearbeitung der Portfolio-Leistungen erfolgt begleitend zur Lehrveranstaltung. Die genauen Anforderungen werden vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekanntgegeben.</p> <p>- - -</p> <p>Portfolio (technical report, presentation)</p> <p>Possible parts of the portfolio are</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonomous summary / presentation of relevant scientific work on the topics of the course</li> <li>• Final presentation of results of a practical exercise project</li> <li>• Final report on a practical exercise project</li> <li>• The elaboration of portfolio examination work takes place during the course of the lecture. The precise mode of assessment will be announced on the faculty website and in the lecture at the start of the semester.</li> </ul>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Projektor, Tafelanschrieb, Online-Meetings (Zoom), Gruppenarbeit</p>

	Projector presentation, blackboard, online meeting (Zoom), group work
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekanntgegeben To be announced in the lecture

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5885 Hypervisor Design and Implementation (PN 451015)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor	Reiser
Dozent(in) / Lecturer:	Reiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Bearbeitung und Abgabe der Übungsaufgaben + 60 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Vorbereitung Abschlusspräsentation 60 contact hours + 60 hours preparation and submission of exercises + 60 hours lecture follow up and preparation of final presentation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Erfahrung in der Arbeit unter Linux, einschließlich Verwendung der Kommandozeile. Bereitschaft, sich selbständig in systemnahe Programmierung in C/C++/Assembler einzuarbeiten Experience in Linux, including using the command line. Willingness to autonomously acquire system-level programming skills in C/C++/assembly.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden lernen verschiedene Arten von Virtualisierung und Konzepte für den Entwurf eines Hypervisors kennen und erwerben vertiefte Kenntnisse über Systeminterna. Students learn about different types of virtualization and concepts for the development of a hypervisor and acquire in-depth knowledge of system internals. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Die Studierenden beherrschen die Konzepte von Virtualisierung, können diese bewerten und erwerben die Fähigkeit, diese in systemnaher Software umzusetzen und im Kontext von IT-Sicherheit zu nutzen. Students master the concepts of virtualization, are able to evaluate them, and acquire the ability to implement them in system software and use them for IT security purposes. <u>Kompetenzen / Competencies</u>

	<p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz, Systeme aus Perspektive eines Hypervisors zu betrachten und auch zukünftige Entwicklungen im Bereich Systemvirtualisierung zu beurteilen.</p> <p>Students will have the competence to judge systems from the perspective of a hypervisor and assess future developments in the are of system virtualization.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In der Vorlesung werden verschiedene Ansätze der Systemvirtualisierung, darunter Emulation, Paravirtualisierung, Betriebssystemvirtualisierung und Hardwarevirtualisierung sowie der Nutzen von Virtualisierung im Bereich IT-Sicherheit (Monitoring, Management, digitale Forensik, Analyse von Angriffen) betrachtet. In begleitenden Übungen werden die Konzepte durch schrittweise Implementierung eines eigenen Hypervisors in Programmieraufgaben vertieft.</p> <p>The lectures focuses on various aspects of system virtualization, including emulation, paravirtualization, operating system virtualization and hardware virtualization, and the application of virtualization in the area of IT security (monitoring, management, digital forensics, attack analysis). The accompanying exercises strengthen the knowledge of concepts based on a step-by-step development of an own hypervisor in programming exercises.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Abschlusspräsentation der im Rahmen der Übung erstellten Software und der verwendeten Konzepte mit anschließenden mündlichen Prüfungsfragen. Gesamtdauer maximal 45 Minuten.</p> <p>Final presentation of the software developed in context of the exercises and the applied concepts, followed by oral exam questions. Total duration up to 45 minutes.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Beamer und Tafel, Rechnerübungen im Labor Projector presentation and blackboard, practical lab exercises
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekanntgegeben Will be announced by the lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5891 Software-Projektmanagement</b> (PN 405016)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Palm
Dozent(in) / Lecturer:	Palm
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus “Programming and Software Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 75 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung 75 contact hours + 60 hours exercises + 75 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Software Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen sämtliche Schritte und Tätigkeiten um ein Softwareprojekt als Projektleiter erfolgreich durchzuführen.</p> <p><u>Fertigkeiten / Abilities</u> Sie können die wichtigsten Schritte der Projektplanung für ein gegebenes Softwareprojekt anwenden: Phasenplanung, Projektstrukturierung, Termin- und Ablaufplanung sowie die Einsatzmittelplanung. Im Projektcontrolling beherrschen sie Techniken um den aktuellen Projektfortschritt zu ermitteln und können ggf. geeignete Maßnahmen anwenden. Dies sollte sowohl im Kontext klassische Vorgehensmodelle als auch im agile Umfeld erfolgen.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Sie sind in der Lage sämtliche Maßnahmen zu verstehen und zu bewerten, die im Rahmen des Projektmanagements bei der Planung und Durchführung von Softwareprojekten anfallen.</p>
Inhalt / Course content:	Die Vorlesung vermittelt sämtliche Prozesse, die für das Projektmanagement von Softwareprojekten erforderlich sind. Dabei wird weitgehend eine chronologische Vorgehensweise eingehalten. Zuerst werden – neben der Abgrenzung von wichtigen Begriffen wie Projekt, Projektarten, Projektmanagement – die Aktivitäten zu Beginn eines Projektes behandelt. Diese umfassen die Festlegung der Projektziele, die



	<p>Erstellung und Bewertung von Lasten- und Pflichtenheft sowie die Analyse des Projektumfelds, der Stakeholder und der Projektrisiken.</p> <p>Im zweiten Abschnitt werden die grundlegenden Schritte der Projektplanung betrachtet. Hier wird das gewählte Vorgehensmodell der Softwareentwicklung auf das Projektvorgehen abgebildet. Die Projektplanung umfasst im Wesentlichen die Phasenplanung mit der Meilensteinliste, die Projektstrukturierung in einem Projektstrukturplan, die Termin- und Ablaufplanung mittels Netzplantechniken, und die Einsatzmittelplanung. Weiterhin werden Schätzmethoden für die Softwareentwicklung vorgestellt und die Formulierung von Arbeitspaketen betrachtet. Dabei werden neben dem klassischen, eher planungsorientiertem Projektmanagement auch agile Methoden betrachtet.</p> <p>Nach der Planung beschäftigt sich der nächste Abschnitt mit dem Projektcontrolling. Dies beinhaltet die Kostenkontrolle, die Bestimmung des Projektfortschritts und die verschiedenen Methoden der Projektsteuerung. Im Verlauf eines Projekts sind zusätzlich noch weitere Tätigkeiten erforderlich um den Projekterfolg sicherzustellen. Dazu gehören, das Qualitätsmanagement, das Risikomanagement, das Konfigurations- und Änderungsmanagement, das Berichtswesen sowie das Vertrags- und Claimmanagement.</p> <p>Für das Projektende werden der Projektabschluss und das Projektlernen betrachtet. Schließlich behandelt die Vorlesung auch einige "Softskills" wie etwa Kreativitätstechniken, Kommunikationstechniken, Teambildung und Führungsstile, Motivationstechniken, Umgang mit Konflikten und Krisen.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>120 min Klausur oder ca. 30 min mündl. Prüfung; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>120-minute exam or 30-minute oral examination, depending on the number of listeners, in German or English. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Beamer, Softwaretools, Tafel</p> <p>Projector, software tools, blackbord</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Caupin, Gilles et al., <i>ICB - IPMA Competence Baseline, Version 3.0</i>, International Project Management Association (IPMA).</p> <p>Gessler, Michael (Hrsg.), <i>Kompetenzbasiertes Projektmanagement</i>, Gesellschaft für Projektmanagement (GPM).</p> <p>Bernd Oesterreich et al., <i>APM – Agiles Projektmanagement</i>, dpunkt verlag</p> <p>Schwaber, Ken, <i>Agile Project Management with Scrum</i>, Microsoft Press.</p> <p>Walker Royce, <i>Software Project Management</i>, Addison Wesley</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5908 Wavelet-basierte Methoden in der Bildverarbeitung</b> <b>Wavelet-Based Methods in Image Processing</b> (PN 405222)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein
Dozent(in) / Lecturer:	Nagler
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Allgemeiner Bereich“ Focus “General Area”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30+30 Std. Präsenz, 60+60 Std. Eigenarbeitszeit (Vor- und Nachbearbeitung sowie Übungsaufgaben) 60 contact hours + 120 hours exercises, lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Bildverarbeitung Image analysis
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Die Studierenden kennen nach dieser Vorlesung die Konzepte der Multiskalenanalyse mit Wavelets. Sie verstehen die diskrete Wavelet-Transformation in 1D und 2D und deren Anwendung auf Bilder. Insbesondere kennen und verstehen sie Verfahren zur Kompression und zum Entrauschen von Bildern. <u>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies</u> Die Studierenden können Wavelet-basierte Verfahren implementieren, modifizieren und in gewissem Rahmen auch neu entwickeln. Insbesondere können sie Wavelet-basierte Verfahren zur Kompression und zum Entrauschen von Bildern einsetzen und mit anderen Verfahren vergleichen und bewerten. Die Studierenden haben die Kompetenz, mit Wavelet-basierten Verfahren theoretisch und praktisch umzugehen.
Inhalt / Course content:	Mathematische Grundlagen: Fourier-Transformation in $L^1$ und $L^2$ , Multiskalenanalyse mit Wavelets in $L^2$ , Diskrete Wavelet- Transformation, Kompressionsverfahren (JPEG, JPEG2000) und Entrauschen von Bildern (Wiener Filter, Wavelet Shrinkage)
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	60-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch

	<p>Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <p>60-minute written examination or 20-minute oral examination.</p> <p>The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation, Beamer, Übungsblätter</p> <p>Projector presentation, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>S. Mallat: A Wavelet Tour of Signal Processing, Academic Press, 3<sup>rd</sup> Edition, 2009</p> <p>T. F. Chan, J. Shen: Image Processing and Analysis. SIAM, 2005</p> <p>K. S. Thygarajan: Still Image and Video Compression with Matlab, Wiley-IEEE Press, 2010</p>

Modulbezeichnung / Module title	<b>5942 Network Science</b> (PN 482601)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz und 105 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vorarbeit und Nacharbeit 45 contact hours and 105 hours exercises, preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Data Science
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse/Skills/Knowledge</u></p> <p>The students gain insights into Modeling and analysing complex real-world networks with a special emphasis on social networks. In particular knowledge on the following topics will be gained:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 the Networks)</li> <li>• Network Dynamics and Evolution</li> </ul> <p><u>Fähigkeiten/Abilities</u></p> <p>The students will be able to analyse complex real-world networks and draw conclusions on their structural properties as well as on their dynamics. They will be able to develop and apply different algorithms for analysing networks, like for example clustering algorithms for detecting sub-structures and traversal algorithms for estimating statistical properties (e.g. centrality, clustering coefficient). Furthermore, students will be able to interpret the outcome of the algorithms in terms of</p>

	<p>underlying social theories, like for example Triadic Closure or Structural Balance Theory.</p> <p><u>Kompetenzen/Competencies</u></p> <p>Students acquire the competencies to analyse network data especially in web-based information systems and use this analysis to understand and refine those information systems.</p>
Inhalt / Course content:	<p>In particular, the following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Network Theory (Graph Types, Connectivity, Graph Traversal)</li> <li>• Networks (Small World Phenomenon, 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 Behavior 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>90-minute examination or 20-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester</p>
Medienformen / Media used:	<p>Beamer, Tafel</p> <p>Blackboard, projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World von David Easley und Jon Kleinberg von Cambridge University Press</p> <p>Barabási, Albert-László. Network science. Cambridge University Press, 2016.</p> <p>Mark Newman, Networks: An Introduction. Oxford University Press, 2010</p>

Modulbezeichnung / Module title	<b>5943 Data Science Lab</b> (PN 482604)
Häufigkeit des Modulangebotes / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ / Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform	4 Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung des Praktikums / 60 contact hours + 120 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Visual Analytics or Network Science or Advanced Topics in Data Science Python Programming Language
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Computational Mathematics Master Artificial Intelligence Engineering
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</b> 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><b>Fähigkeiten / Abilities:</b> 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><b>Kompetenzen / Competencies:</b> 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</p>

	<p>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 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.</li> <li>2. <b>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.</li> <li>3. <b>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.</li> <li>4. <b>Evaluation:</b> Students will evaluate different parameter settings and algorithmic combinations or derive patterns from the given data set and interpret those.</li> </ol> <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>5944 Machine Learning Lab</b> (PN 455382)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems”
Lehrform	4Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung des Praktikums 60 contact hours + 120 h independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Advanced Topics in Data Science or Visual Analytics, Python Programming Language
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> Students will acquire knowledge on implementation details of machine learning and optimization algorithms and how to realize them using numerical libraries in Python. Covered algorithms include supervised, unsupervised and semi-supervised algorithms like decision trees, support vector machines, Bayesian classifiers, hierarchical agglomerative clustering, Genetic algorithms etc. as well as optimization methods (e.g. stochastic gradient descent, AdaGrad)</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u> Students acquire the ability to implement machine learning algorithms from scratch using only numerical libraries. They will be able to evaluate their implementation and identify potential implementation errors.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u> Students acquire the skill to convert machine learning algorithms provided in a mathematical formulation or pseudo-code into concrete implementations. These skills include the implementation of performance metrics and the evaluation of the implemented algorithms without the help of third-party libraries.</p>
Inhalt / Course content:	During the semester, Students will be presented 6-10 different machine learning algorithms covering supervised, unsupervised, and semi-supervised learning paradigms as well



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

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5946 Visual Analytics</b> (PN 452003)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	In der Regel jedes Sommersemester Usually every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Granitzer
Dozent(in) / Lecturer:	Granitzer
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and communication systems”
Lehrform	2V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz und 105 Std. Übungsaufgaben/Referate, Vorarbeit und Nacharbeit 45 contact hours and 105 hours exercises, preparation and follow up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Data Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen die Grundbegriffe von Visual Analytics, und wissen, wann welche Techniken eingesetzt werden können. Außerdem besitzen sie Kenntnisse über die visuelle 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.</p> <p>The students know the basic concepts of Visual Analytics, and know when to use which techniques. They also have an understanding of visual data 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><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>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.</p> <p>The students have the ability to create visual analytics applications and evaluate them. They can also assess the</p>

	<p>problems and challenges that can occur in a visual analytics scenario unknown.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erwerben die Kompetenzen für gegebene Daten und Aufgabenstellung selbständig Visual Analytics Anwendungen zu entwickeln.</p> <p>Students acquire the skills to develop visual analytics applications for given data and tasks independently.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Visual Analytics untersucht die Möglichkeiten der Wissenerschließung mit Hilfe interaktiver Visualisierungen. Der Visual Analytics Prozess stützt sich dabei auf eine Kombination von automatischen Prozessen (Data Mining) und interaktiven Visualisierung. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Endnutzer der Applikation, der durch die interaktiven Visualisierungen in den Wissenerschließungsprozess eingebunden ist.</p> <p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
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:	<p>Tafel, Beamer</p> <p>Blackboard, projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamara Munzner, Visualization Analysis and Design. A K Peters Visualization Series, CRC Press, 2014.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tan, Pang-Ning. Introduction to data mining, 2<sup>nd</sup> Edition. Pearson Education India, 2018.</li><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>5951 Theory of Randomised Search Heuristics (PN 455390)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sudholt
Dozent(in) / Lecturer:	Sudholt
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform / SWS:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	Präsenz 75 Std., Übungen 60 Std., Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 75 Std. / 75 contact hours, 60 hrs exercises, 75 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Einführung in die Stochastik Algorithms and Data Structures, Introduction to Stochastics
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Artificial Intelligence Engineering Master Computational Mathematics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Am Ende der Lehrveranstaltung werden Studierende in der Lage sein,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. die Effizienz randomisierter Suchheuristiken mit entsprechenden Analysemethoden zu analysieren,</li> <li>2. die Funktionsweise randomisierter Suchheuristiken zu verstehen und ihre Stärken und Schwächen zu kennen,</li> <li>3. den Effekt algorithmischer Design-Entscheidungen und Parameterwahlen auf die Performanz randomisierter Suchheuristiken zu verstehen,</li> <li>4. fundierte Design-Entscheidungen bei der Anwendung randomisierter Suchheuristiken zu treffen und</li> <li>5. die Effizienz randomisierter Suchheuristiken auf anschaulichen Problemen zu beschreiben.</li> </ol> <p>At the end of the course students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. analyse the efficiency of randomised search heuristics using appropriate analytical methods</li> <li>2. understand the working principles of randomised search heuristics along with their strengths and weaknesses,</li> </ol>

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



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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5952 Randomisierte Algorithmen</b> (PN 455388) <b>Randomised Algorithms</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Sudholt
Dozent(in) / Lecturer:	Sudholt
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ und „Intelligente Technische Systeme“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“ and “Intelligent Technical Systems”
Lehrform / SWS:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	75 Std. Präsenz + 60 Std. Übungen + 75 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Vorlesung 75 contact hours + 60 hrs exercises + 75 hrs laboratory preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Einführung in die Stochastik Algorithms and Data Structures, Introduction to Stochastics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Am Ende der Lehrveranstaltung werden Studierende in der Lage sein, <ol style="list-style-type: none"> <li>6. die Effizienz randomisierter Algorithmen zu analysieren,</li> <li>7. Randomisierung als Werkzeug beim Design effizienter Algorithmen einzusetzen,</li> <li>8. die Vor- und Nachteile von Randomisierung zu beschreiben,</li> <li>9. grundlegende randomisierte Algorithmen für wichtige Probleme zu beschreiben, und</li> <li>10. ein Thema im Bereich randomisierte Algorithmen eigenständig darzustellen.</li> </ol> <p>At the end of the course students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. analyse the efficiency of randomised algorithms,</li> <li>7. use randomness as a tool in the design of efficient algorithms,</li> <li>8. describe the pros and cons of randomised algorithms,</li> <li>9. describe fundamental randomised algorithms for important problems, and</li> <li>10. work independently on describing a topic from the area of randomised algorithms.</li> </ol>

Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation und Klassifikation randomisierter Algorithmen</li> <li>• Paradigmen für den Entwurf randomisierter Algorithmen (z.B. Methode der Fingerabdrücke, Wahrscheinlichkeitsverstärkung, randomisiertes Runden)</li> <li>• Methoden zur Analyse randomisierter Algorithmen (z.B. probabilistische Rekurrenzen, Markoffketten, Random Walks, Markoff- und Chernoff-Schranken),</li> <li>• Randomisierte Algorithmen für grundlegende Optimierungsprobleme (z.B. Schnittprobleme, MaxSat)</li> </ul> <p style="text-align: center;">- - -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation for randomised algorithms and classification of randomised algorithms</li> <li>• Paradigms for the design of randomised algorithms (e.g. fingerprinting, probability amplification, randomised rounding),</li> <li>• Methods for the analysis of randomised algorithms (e.g. probabilistic recurrences, Markov chains, random walks, Markov's inequality and Chernoff bounds),</li> <li>• Randomised algorithms for fundamental optimisation problems (e.g. cut problems, MaxSat)</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Zwei Teilleistungen: Teilleistung 1 (80%): Klausur oder mündliche Prüfung; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>Teilleistung 2 (20%): Schriftliche Ausarbeitung (bis zu 10 Seiten) über ein zusätzliches Thema aus dem Gebiet randomisierte Algorithmen. Zum Bestehen des Moduls müssen beide Teilleistungen bestanden werden.</p> <p style="text-align: center;">- - -</p> <p>Two assessment components: Assessment component 1 (80%): Written or oral exam; the exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the notice board and on the faculty website.</p> <p>Assessment component 2 (20%): Written work (up to 10 pages) on a subject from randomised algorithms. To pass the examination, both assessment components have to be passed.</p>
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Juraj Hromkovič, Randomisierte Algorithmen. Teubner, 2004</p> <p>Rajeev Motwani, Prabhakar Raghavan, Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995.</p> <p>Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, Probability and Computing, 2<sup>nd</sup> edition, Cambridge University Press, 2017</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5954 Design and Implementation of Search Engines</b> (PN 455370)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Krestel
Dozent(in) / Lecturer:	Krestel
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus „Intelligent Technical Systems“
Lehrform / SWS:	4Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenzzeit + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Versuche 60 contact hours + 120 hrs laboratory preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Information Retrieval und Natural Language Processing, Programmierung in Java
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills</u></p> <p>Die Studierenden lernen die unterschiedlichen Module einer modernen Volltextsuchmaschine kennen. Sie lernen große Datenmengen zu verarbeiten und mit diesen Daten effizient umzugehen.</p> <p>Students get to know the various modules that constitute a modern full text search engine. They learn to process large datasets and handle them efficiently.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden üben den Entwurf, die Implementierung und die Evaluierung eines komplexen Softwaresystems. Sie lernen in kleinen Teams ein System zu entwickeln.</p> <p>Students practice the design, implementation, and evaluation of a complex software system. They learn in small teams to develop a system.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden lernen Designentscheidungen abzuwägen und eigenständig zu treffen. Sie begleiten den kompletten Softwareentwicklungsprozess anhand einer selbstentwickelten Suchmaschine und lernen Forschungsergebnisse kritisch zu bewerten und praktisch umzusetzen.</p> <p>The students learn to evaluate design decisions. They pass through the complete software development cycle by</p>

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5956 Deep Learning</b> (PN 455380)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	– Modul wird nicht mehr angeboten –
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Krestel
Dozent(in) / Lecturer:	Krestel
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Wahlpflichtmodul in der Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus „Intelligent Technical Systems“
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 lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Kenntnisse / Recommended skills:	Analysis I, Lineare Algebra I, Learning Theory Analysis I, Linear Algebra I, Learning Theory
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden lernen die theoretischen Grundlagen verstehen, insbesondere den Backpropagation-Algorithmus von Hand anzuwenden. Sie lernen die Grenzen von Deep Learning kennen und bekommen einen Überblick über die aktuelle Forschung. Des Weiteren werden gesellschaftliche Folgen des DL abgeschätzt und diskutiert.</p> <p>Students learn the theoretic basics and how the backpropagation algorithm works in detail. They learn the limitations of deep learning and get an overview of state-of-the-art research in this area. Further, they learn to assess and discuss the impact of deep learning on society.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden können unterschiedliche Netztypen für Deep Learning Anwendungen erklären und Anwendungsgebiete im Bereich Textmining und Bildverarbeitung identifizieren. Sie sind in der Lage geeignete Netzwerkarchitekturen auszuwählen und einzelne Komponenten von neuronalen Netzen zu erklären.</p> <p>Students can explain different network types for deep learning applications and can identify text mining and image processing tasks appropriate for deep learning. They are able to choose</p>

	<p>suitable network architectures depending on the task and are able to explain individual components of deep neural networks.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden lernen Deep Learning in Python anzuwenden und eigene Anwendungen zu entwerfen, zu implementieren und zu evaluieren.</p> <p>The students learn how to design, implement, and evaluate deep learning applications in Python.</p>
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neural networks</li> <li>- Convolutional neural networks</li> <li>- Recurrent neural networks</li> <li>- Embeddings</li> <li>- Sequence-to-sequence models</li> <li>- Generative deep learning</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90minütige Abschlussklausur</p> <p>90-minute written Examination</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Beamer</p> <p>Presentation with a projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Francois Chollet: Deep Learning with Python</p> <p>Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning</p>
Hinweis:	<p>Das Modul wird durch „6061 Introduction to Deep Learning“ ersetzt - keine Doppelanrechnung möglich!</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5960 Partielle Differentialgleichungen (PN 405167)</b> <b>Partial Differential Equations</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Glück, Mironchenko, Wirth
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe "Algorithmik und Mathematische Modellierung" und "Intelligente Technische Systeme" Focus "Algorithmic and Mathematical Modelling" and "Intelligent Technical Systems"
Lehrform / SWS / Contact hours per week:	3V+2UE
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 30 Std. Übungsaufgaben + 75+75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung / 45+30 contact hours + 75 + 75 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Gewöhnliche Differentialgleichungen / Analysis I+II, Linear Algebra I+II, Ordinary Differential Equations
Verwendbarkeit in weiteren Studiengängen / Applicability for other courses:	Master Computational Mathematics Master Artificial Intelligence Engineering
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 zu untersuchen.</li> <li>• das asymptotische Verhalten der Lösungen von PDGI zu analysieren.</li> </ul> / The students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• Model the questions of the natural sciences using the partial differential equations (PDEs).</li> </ul>



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

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

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

Modulbezeichnung / Module title	<b>5963 Mathematische Systemtheorie</b> (PN 405241) <b>Mathematical Systems Theory</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus "Intelligent Technical Systems"
Lehrform	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz + 90+90 Std. Eigenarbeitszeit / 60 contact hours + 90+90 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II, 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 / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> 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.  <u>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies:</u> 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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5964 Dynamische Systeme</b> <b>Dynamical Systems</b> (PN 405027)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus “Algorithmic and Mathematical Modelling”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz + 90+90 Std. Eigenarbeitszeit 60 contact hours + 90+90 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I & II, Analysis I & II / Linear Algebra I & II, Analysis I & II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse:</p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich topologischer dynamischer Systeme mit kompakten Zustandsräumen.</p> <p>Fähigkeiten:</p> <p>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mit Hilfe der erlernten Methoden.</p> <hr/> <p>Skills / Knowledge:</p> <p>The participants are familiar with the fundamental notions, concepts and phenomena associated with topological dynamical systems on compact state spaces.</p> <p>Abilities:</p> <p>Competencies in the independent work on mathematical problems, abilities to formulate and solve theoretical problems by using the acquired methods.</p>
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: Topologische dynamische Systeme, Rekurrenz, symbolische Dynamik, Chaos, topologische Entropie

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5964 Linear Systems Theory</b> (PN 405232)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus "Intelligent Technical Systems"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V+2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60+30 Std. Präsenz + 90+90 Std. Eigenarbeitszeit 60 contact hours + 90+90 hours lecture and tutorials follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I + II, Analysis I + II <i>oder</i> Mathematik in Technischen Systemen I – III Linear Algebra I + II, Analysis I + II <i>or</i> Mathematics in Technical Systems I – III
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen Zustandsraumbeschreibungen linearer Systeme, Normalformen und Koordinatentransformationen und die zugehörige Lösungstheorie. Sie kennen die Grundbegriffe der linearen Systemtheorie, wie Kontrollierbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilisierbarkeit. Sie kennen Methoden der Stabilisierung und des Beobachterentwurfs. Ferner kennen Sie die Laplace-Transformation und den Zusammenhang zwischen Modellen in Zustandsraumbeschreibung und Frequenzbereichsdarstellungen.</p> <p>The participants are familiar with state space representations of linear systems, normal forms, coordinate transforms and the corresponding solution theory. They know the fundamental concepts of linear systems theory, such as controllability, stabilizability, observability and they command methods for designing stabilizing feedbacks and observers. They know the Laplace transform and the relations between state space models and models in the frequency domain.</p> <p><u>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, lineare Systeme zu lösen, sie auf Stabilitätseigenschaften zu untersuchen,</p>



	<p>Regelungssysteme auf Stabilisierbarkeit und Beobachtbarkeit hin zu prüfen und sie können gegebenenfalls Regler und Beobachter entwerfen. Sie können Regler im Frequenzbereich entwerfen.</p> <p>The participants can solve linear systems and analyze the stability properties of such systems. They can check for stabilizability and observability of control systems. If possible, they can design stabilizing feedbacks and observers. They can design stabilizing feedbacks in the frequency domain.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Lineare Differential- und Differenzgleichungen, Lösungstheorie, Zustandsraumsysteme, Stabilität und Lyapunovfunktionen, Stabilisierung durch Rückkopplung, Polverschiebungssatz, Beobachterentwurf und dynamische Rückkopplung, Eingangs-Ausgangssysteme, Laplace-Transformation, Impulsantwort, Transferfunktionen. PID-Regelung</p> <p>Linear differential and difference equations, solution theory, state space systems, stability and Lyapunov functions, stabilization by feedback, pole placement theorem, observer design and dynamic feedback, input-output systems, Laplace transform, impulse response, transfer functions, PID control</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>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.</p> <p>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</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer, Vorlesungsskript, Übungsblätter</p> <p>Blackboard, projector presentation, lecture notes, exercise sheets</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Dorf R. C. and Bishop R. H., Modern Control Systems, 9th Ed., Prentice Hall, 2011</p> <p>K. Ogata, Modern control engineering, Prentice Hall, 2009</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5967 Vernetzte Dynamische Systeme</b> (PN 405243) <b>Networked Control Systems</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Wirth
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus „Intelligent Technical Systems“
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 lecture follow- up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Mathematische Systemtheorie oder Grundlagen Dynamischer Systeme Mathematical Systems Theory or Fundamentals of Dynamical Systems
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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 Modeling of interconnected and networked control systems. They know the methodology for the analysis and design of control and communication structures in networked control systems. <u>Fähigkeiten und Kompetenzen / Abilities and Competencies</u> 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

	<p>beherrschen Methoden zum Entwurf von Regler und Kommunikationsprotokollen.</p> <p>The participants are proficient in the Modeling 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 techniques for the codesign of communication and control infrastructures.</p>
Inhalt / Course content:	<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>Fundamentals of graph theory, adjacency and incidence matrix, graph Laplacian and spectral graph theory, Modeling 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 / 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 bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.</p> <p>90-minute examination or 20-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer, Übungsblätter</p> <p>Blackboard, projector presentation, exercise sheets</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Mehran Mesbahi, Magnus Egerstedt. Graph Theoretic Methods in Multiagent Networks. Princeton University Press 2010</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5968 Praktikum Regelung und Robotik (PN 405399)</b> <b>Control and Robotics (Lab)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Wirth, Schwarz
Dozent(in) / Lecturer:	Wirth, Schwarz
Sprache / Language of instruction:	Deutsch German
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems”
Lehrform	1V + 1P + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II <i>oder</i> Mathematik in Technischen Systemen I-III und Grundlagen Dynamischer Systeme / Analysis I+II, Lineare Algebra I+II
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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 Modeling of autonomous robots. They are aware of basic principles of control and know methods for the design, implementation and evaluation of closed-loop systems. <u>Fähigkeiten und Kompetenzen/ Abilities and Competencies</u> 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.
Inhalt / Course content:	Mathematische Modellierung und Fahrzeugdynamik

	<p>Regelungskonzepte und –algorithmen          Simulationsverfahren          Konstruktion von Robotermodellen zur Lösung konkreter 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 Modeling 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>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen /          Assessment:</p>	<p>Vollständige schriftliche Dokumentation (10-15 Seiten) und Präsentation mit Diskussion (ca. 30 min) zur gewählten Aufgabenstellung.          Complete written documentation (10-15 pages) and presentation with discussion (approx. 30 min)</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Tafel, Beamer, Vorlesungsskript, Übungsblätter          Blackboard, projector presentation, lecture notes</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Lecture Notes, documentation of manufacturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5970 Scaling Database Systems</b> (PN 451016)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Scherzinger
Dozent(in) / Lecturer:	Scherzinger
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 75 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hours exercises + 75 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierkenntnisse, Grundlagen Datenbanken- und Informationssysteme (DBIS I + II) Programming skills, fundamentals of databases and information systems (DBIS I + II)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills / Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden verstehen die Bedeutung von Skalierbarkeit bei der Verarbeitung von großen Datenmengen. Sie verstehen die Stärken und Grenzen von NoSQL Datenbanksystemen sowie den Zusammenhang zwischen der Architektur und der Leistungsfähigkeit eines Datenbankmanagementsystems.</p> <p>The students understand the importance of scalability when managing large amounts of data. They understand about strengths and limitations of NoSQL data stores and how database systems architecture enables performance.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, für ein konkretes Datenverarbeitungsproblem ein geeignetes NoSQL Datenbankmanagementsystem auszuwählen.</p> <p>The students are able to map a specific data management problem to a suitable NoSQL database management system.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz, eigene Optimierungen für Datenmanagementsysteme zu entwickeln und auch zu implementieren.</p>

	The students have the competence to design their own optimizations for data management systems, as well as to implement them.
Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Speicherung von großen Datenmengen in BigTable-basierten Systemen wie Hadoop File System (HDFS).</li> <li>- Verarbeitung von großen Datenmengen in MapReduce-basierten Systemen wie Hadoop.</li> <li>- Optimierung der Ausführung von SQL Anfragen auf großen Datenmengen (analog zu Hive und Spark).</li> <li>- - -</li> <li>- Managing large amounts of data in BigTable-based systems such as Hadoop File System (HDFS).</li> <li>- Processing large amounts of data in MapReduce-based systems such as Hadoop.</li> <li>- Optimized evaluation of SQL queries on large volumes of data (as done in Hive and Spark).</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Teil 1: Individuelles Programmierprojekt „miniHive“ in Python  Teil 2: 60 min. schriftliche Klausur</p> <p>Part 1: Individual Programming project “miniHive” in Python  Part 2: 60-minute written examination</p> <p>Die Punkte für die Gesamtnote errechnet sich 70% aus Teil 1, und zu 30% aus Teil 2.  The points for the final grade are computed as follows: 70% from part 1, 30% from part 2.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Flipped Classroom (Videos im Selbststudium, Vertiefung des Stoffes anhand von Übungsaufgaben im Präsenzstudium), begleitendes Programmierprojekt (Python).</p> <p>Flipped classroom (videos for self-study, in-class exercises), programming project (Python).</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Peter Bailis, Joseph M. Hellerstein, Michael Stonebraker, (editors), <i>Readings in Database Systems</i>, 5<sup>th</sup> edition.</p> <p>Anand Rajaraman, Jeffrey Ullman: <i>Mining of Massive Datasets</i>, Cambridge University Press, 2020.</p> <p>Martin Kleppmann: <i>Designing Data-Intensive Applications</i>, O'Reilly, 2017.</p> <p>Stefanie Scherzinger, <i>Build your own SQL-on-Hadoop Query Engine: A Report on a Term Project in a Master-level Database Course</i>, SIGMOD Record, June 2019.</p>

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



	<p>unter Berücksichtigung linguistischer Merkmale), eine Mustererkennung und schließlich Auswertung und Interpretation der Ausgabe.</p> <p>Die folgenden Inhalte werden geboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>90-minute examination or 15-minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Tafel, Projektor, Rechner Blackboard, projector, computer</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Christopher Manning und Hinrich Schütze. Foundations of Statistical Natural Language Processing Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, Introduction to Information Retrieval Eigenes Skriptum / Lecture notes</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5981 Text Mining Project</b> (PN 405025)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Mitrovic
Dozent(in) / Lecturer:	Mitrovic
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform	3V + 3Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 60 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 90 contact hours + 60 hours exercises + 90 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	8
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Programmierkenntnisse in Python Linear Algebra, probability theory, programming in Python
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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. <u>Kompetenzen / Competencies</u> 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.
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>Project work: source code, technical report and presentation</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Projektor, Rechner</p> <p>Blackboard, projector, computer</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Steven Bird, Ewan Klein and Edward Loper (2009), Natural Language Processing with Python, O'Reilly Media</p> <p>Eigenes Skriptum / Lecture Notes</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5982 Preference-Based Information Retrieval (PN 455365)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Endres
Dozent(in) / Lecturer:	Endres
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus „Information and Communication Systems“
Lehrform	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hours lecture follow- up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Datenbanken und Informationssysteme Databases and Information Systems
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Studierenden kennen die Grundbegriffe von Präferenz-basiertem Information Retrieval und Personalisierung. Sie wissen, welche Methoden und Techniken wann eingesetzt werden können. Darüber hinaus kennen sie diverse Anwendungen und die Vorteile und Nachteile der Personalisierung.</p> <p>The students know the basic concepts of preference-based information retrieval and personalization, and know when to use which technique. They also know different applications and the advantages and disadvantages of personalization.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit die Konzepte und Methoden, Verfahren und Technologien von präferenz-basiertem Information Retrieval zu verstehen, zu bewerten und anzuwenden.</p> <p>The students have the ability to understand, evaluate, and to create applications using the concepts, methods, and technologies of preference-based information retrieval.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erwerben die Kompetenzen für gegebene Daten und Aufgabenstellungen selbständig präferenz-basierte</p>

	<p>Information Retrieval Anwendungen zu entwickeln. Darüber hinaus können die Studierenden weiterführende komplexe Problemstellungen auf dem Gebiet der Datenbanken und Informationssysteme, insbesondere unter Verwendung von präferenz-basiertem Information Retrieval und Personalisierung analysieren, bewerten und lösen.</p> <p>Students acquire the skills to develop preference-based information retrieval applications for given data and tasks independently. In addition, the students are able to analyze, evaluate and solve complex problems in the field of databases and information systems, in particular using preference-based information retrieval and personalization.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Präferenzen sind ein fundamentales, multidisziplinäres Konzept für mannigfaltige Anwendungsgebiete, insbesondere auch im Bereich der Datenbanken und Suchmaschinen. Die Vorlesung behandelt grundlegende Konzepte von Präferenzen in Datenbanksystemen, Personalisierung, präferenzbasierte Suche und Information Retrieval. Insbesondere werden verschiedene Präferenzmodelle, Präferenz-Sprachen, algebraische und kostenbasierte Präferenzanfrage-Optimierung, sowie Auswertungsalgorithmen besprochen.</p> <p>Preferences are a fundamental, multidisciplinary concept for diversified applications, in particular in the field of databases and search engines. This lecture deals with the basic concepts of preferences in database systems, personalization, preference-based search and information retrieval. We will consider different preference models, preference query languages, algebraic and cost-based preference query optimization, as well as algorithms for preference evaluation.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>60 min Klausur oder ca. 15min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.</p> <p>60 min 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:	<p>Tafel, Projektor Blackboard, projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Kießling: Foundations of Preferences in Databases Kießling: Preference Queries with SV-Semantics Kießling, Endres, Wenzel: The Preference SQL System – An Overview Kaci: Working with Preferences: Less is More Stefanidis, Kutrika, Pitoura: A Survey on Representation, Composition and Application of Preferences in Database Systems Chomicki: Preference Formulas in Relational Queries Satzger, Endres, Kießling: A Preference-Based Recommender System Ciaccia: Processing Preference Queries in Standard Database Systems</p>

	<p>Braman, Domshlak: Preference Handling: An Introductory Tutorial</p> <p>Arvanitis, Koutirka: Towards Preference-Aware Relational Databases</p> <p>Rocks, Endres, Huhn, Kießling, Mandl: Design and Implementation of a Framework for Context-Aware Preference Queries</p> <p>Mandl, Kozachuk, Endres, Kießling: Preference Analytics in EXASolution</p> <p>Endres, Weichmann: Index Structures for Preference Database Queries</p> <p>Endres, Preisinger: Beyond Skylines: Explicit Preferences</p> <p>Endres, Rocks, Kießling: Scalagon: An Efficient Skyline Algorithm for all Seasons</p>
--	--

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5983 Big Data Management</b> (PN 455374)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Endres
Dozent(in) / Lecturer:	Endres
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus „Information and Communication Systems“
Lehrform/SWS / contact hours:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 70 Std. Nachbearbeitung des Vorlesungsstoffs und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hours exercises + 70 hours lecture follow-up and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Kenntnisse in Relationaler Algebra, SQL, z.B. aus einer vorherigen Datenbankvorlesung. Comprehension of the relational data model, relational algebra, and SQL language, obtained, e.g., from a database course.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Students understand the design goals, benefits and drawbacks of NoSQL database systems. They are able to decide which database system is appropriate for a given application depending on suitable criteria. They can design database structures for different NoSQL data models. They understand the implementation of internal components and storage structures of selected database systems.
Inhalt / Course content:	This course covers recent trends in data management (e.g., so-called NoSQL databases) that go beyond the traditional relational data model. Such systems are designed to fulfill novel requirements (e.g., the ability to scale out or schema flexibility). They often relax requirements of traditional relational databases (e.g., consistency). In the course, we will discuss different approaches to model, manage, store, and retrieve data.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 min Klausur oder ca. 15min mündliche Prüfung. Die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben. 90 min examination or 15 minutes oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the start of the semester.

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



Modulbezeichnung / Module title:	<b>5992 Stochastische partielle Differentialgleichungen</b> (PN 405245) <b>Stochastic Partial Differential Equations</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
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 Vorkenntnisse / Recommended skills:	Lineare Algebra I,II, Analysis I,II, Einführung in die Stochastik, Stochastische Analysis, Stochastische Differentialgleichungen Linear Algebra I,II, Analysis I,II, Introductory Stochastics, Stochastic Analysis, Stochastic Differential Equations
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u> 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. <u>Fähigkeiten / Abilities</u> Beherrschung und Anwendung der Grundbegriffe aus der Theorie stochastischer partieller Differentialgleichungen und der zugrundeliegenden Konzepte aus der Funktionalanalysis und Wahrscheinlichkeitstheorie Good command of and ability to apply the basic principles of semi-linear stochastic partial differential equations and the underlying concepts from functional analysis and probability theory.
Inhalt / Course content:	Funktionalanalytische Konzepte/ Functionalanalytic concepts: Nukleare Operatoren, Hilbert-Schmidt-Operatoren, Diagonaloperatoren auf Hilberträumen, Interpolationsräume für

	<p>Diagonaloperatoren, Halbgruppen beschränkter linearer Operatoren.</p> <p>Nuclear operators, Hilbert-Schmidt-operators, diagonal operator on Hilbert spaces, interpolation spaces associated with diagonal operators, semi-groups of bounded linear operators.</p> <p>Wahrscheinlichkeitstheoretische Konzepte / Concepts from probability theory:</p> <p>Banachraumwertige Zufallsvariablen und stochastische Prozesse, unendlich-dimensionale Brownsche Bewegung, stochastische Integration bezüglich unendlich-dimensionaler Brownscher Bewegungen.</p> <p>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.</p> <p>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>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:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Nach Empfehlung des Dozenten</p> <p>Announced during the lecture</p>

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

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

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>5996 Markovketten</b> <b>Markov Chains</b> (PN 455346)
Häufigkeit des Modulangebots	Unregelmäßig Irregular
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Gilch
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppen „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmic and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 + 30 Std. Präsenz, 75 + 60 Std. Eigenarbeitszeit 45 + 30 hours, 75 + 60 hours exercises and independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I, Lineare Algebra I, Einführung in die Stochastik Analysis I, Linear Algebra I, Introduction to Stochastics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Theorie von Markovketten. Das beinhaltet die Vermittlung der grundlegenden Konzepte von Markovketten, unterschiedlicher Verhalten von Irrfahrten auf unendlichen Zustandsräumen als auch verschiedener Anwendungsmöglichkeiten. Ferner wird den Studierenden das Zusammenspiel verschiedener mathematischer Bereiche (Wahrscheinlichkeitstheorie, Analysis, Algebra, Graphentheorie) demonstriert. The students shall get an overview on Markov chain theory. They shall acquire the basic concepts of Markov chains, different behaviours of random walks on infinite structures and their applications. Furthermore, the interplay of different mathematical fields (Probability Theory, Analysis, Algebra, Graph Theory) will be demonstrated.
Inhalt / Course content:	Grundlagen der Theorie von Markovketten, Rekurrenz und Transienz, invariante Maße und Gleichgewichte, Stoppzeiten, Erzeugendenfunktionen, Irrfahrten auf Graphen und Gruppen, Asymptotisches Verhalten von Markovketten und Tail- $\sigma$ -Algebra, verzweigende Irrfahrten Fundamental basics of Markov chain theory, recurrence and transience, invariant measures and equilibria, stopping times, generating Functions, random Walks on Graphs and Groups, asymptotic behaviour of Markov chains and tail- $\sigma$ -algebra, branching random walks

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 minütige schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben 90 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:	Tafel, Beamer Blackboard, projector
Literatur / Literature/reading list:	P. Brémaud: „Markov Chains: Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues“, Springer, 1999. R. Durrett: „Probability. Theory and Examples. (Fourth Edition)“, Cambridge University Press, 2010. G. Grimmett and D. Welsh: „Probability: An Introduction“, Oxford University Press, 2014. W. Woess: „Denumerable Markov Chains“, European Mathematical Society Publishing House, 2009.



Modulbezeichnung / Module title:	<b>6001 Ideation &amp; Prototyping for Industrial Innovation</b> (PN 479551)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus „Information and Communication Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std Präsenz und 120 Std. Vor- und Nachbereitung Gesamt: 150 Std.
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung in Java, Mensch-Maschine-Interaktion, MES Praktikum oder SEP, zusätzlich ggf. Verteilte Systeme
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse:</b> Die Studierenden erwerben vertiefte Fachkenntnisse und deren praktische Umsetzung im Bereich des Prototypings und der Ideation. Diverse Methoden und „best practices“ der Ideation, von der Ideengenerierung, deren Entwicklung und Kommunikation werden präsentiert und praktisch in Gruppenarbeiten umgesetzt. Unterstützt durch das im Lehrstuhleigenen FabLab können praxisnahe, physische Prototypen unter Aufsicht eines Coaches erstellt werden.</p> <p><b>Fähigkeiten:</b> Die Studierenden sind in der Lage, kreative Ideation Prozesse praktisch auf gegebene Problemstellungen anzuwenden und umzusetzen. Die Studierenden vertiefen Ihr Wissen im Bereich der Ideation und des Rapid Prototypings und können im FabLab erste Erfahrungen mit dem 3D Druck und dem Einsatz eines Lasercutters für die Prototypgestaltung sammeln. Studierende sind in der Lage physische Prototypen mit integrierter Logik (e.g., Mikrocontrollern) zu entwerfen und zu designen und zu programmieren.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden können die gegebenen Problemstellungen kompetent analysieren, geeignete Methoden der Ideation und des Prototypings auswählen und dieser praktisch anwenden. An Hand der Ergebnisse können die Studierenden eine Bewertung der Ergebnisse vornehmen und diese interpretieren und mit agilen Methoden schrittweise anpassen und verfeinern.</p>

Inhalt / Course content:	Methoden des Ideation & Prototypings werden den Studierenden im Bezug zu realitäts(praxis)- bzw. forschungsnahen Themenstellungen vorgestellt. Während der Übungstermine werden in Teams ausgewählte Methoden praktisch angewandt und umgesetzt. Dies deckt den kompletten Bereich, von der kreativen Ideenfindung bis hin zu einem fertigen, präsentierbaren (low/high)-fidelity Prototypen durch Einsatz von Werkzeugen im lehrstuhleigenen FabLab ab.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Portfolio-Prüfung, die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben.  <b>Mögliche Portfoliobestandteile sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfertigung von geeigneten Prototypen und Entwürfen für Benutzungsschnittstellen für vorgegebene Anwendungskontexte und deren Dokumentation</li> <li>• Entwurf, Durchführung, Dokumentation und Auswertung kleiner Benutzerstudien</li> <li>• Präsentation der erstellten Materialien unter Einsatz geeigneter Präsentationstechniken, z.B. PowerPoint, Desktopreviews, Postern, Flipchart, Whiteboard, Tafel</li> </ul>
Medienformen / Media used:	Präsentationen
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozent / von der Dozentin bekannt gegeben; Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekannt gegeben.
Anwesenheitspflicht:	Während den Übungsterminen gilt Anwesenheitspflicht.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6003 Science and Technology Project in Physical Making, Prototyping and Testing</b> (PN 455342)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) /Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Englisch
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum:	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus „Information and Communication Systems“
Lehrform / SWS / Contact hours per week:	8P
Arbeitsaufwand / Workload:	40 Std. Einarbeitung in wissenschaftliche Themenstellung + 45 Std. Literaturrecherche + 25 Std. Projektmanagement + 70 Std. Analyse und Spezifikation + 110 Std. Entwurf und Implementierung + 40 Std. Validierung und Evaluation + 10 Std. Berichterstellung + 10 Std. Kolloquien und deren Vorbereitung + 10 Std. Präsentation und deren Vorbereitung Gesamt: 360 Std.
ECTS-Leistungspunkte / credits:	8
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Erfolgreiche Absolvierung der Module „Writing Technical and Scientific Reports“, „Mobile Human-Computer Interaction“ oder „Grundlagen der Mensch-Maschine Interaktion“
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse</u> Die Studierenden lernen die grundlegenden Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge eines Nutzer-zentrierten und Technologie-orientierten Making-Prozesses kennen. Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Ideation und Kreativitätsprozesse und unterstützende Methoden und Werkzeuge. Dazu zählt auch die Gestaltung der Arbeits- und Ideationumgebung. Die Studierenden kennen die notwendigen Basistechnologien und deren Vor- und Nachteile in den verschiedenen Einsatzbereichen, z.B. additive und subtraktive Fertigungsverfahren inklusive den notwendigen Grundlagen der verwendeten Werkstoffe und Materialien. Die Studierenden kennen grundlegende Technologien und Werkzeuge zur Entwicklung digitaler Prototypen und Demonstratoren. Sie wissen sie vorgefertigte, kommerziell verfügbare elektronische Module zur Sensor- und Aktor-Steuerung an Standard-Plattformen (Intel Edison, ARM Cortex) anbinden um interaktive Systeme zu realisieren. Sie kennen einfache Programmierumgebungen und -werkzeuge diese Prototyping-Prozesse bestmöglich unterstützen. Im Bereich der mobilen

	<p>Technologien kennen die Studierenden die grundlegenden Ansätze zur Programmierung Android-basierter mobiler Endgeräte (Smartphones, Wearables, SmartHome, Digital Health, ...)</p> <p><u>Fähigkeiten</u></p> <p>Die Studierenden können ausgewählte Kreativitätstechniken anwenden um in interdisziplinären Teams Ideen und Lösungsvorschläge unter Anwendung methodischer Vorgehensweisen zu erarbeiten. Sie kennen Prototyping-Werkzeuge und Maker-Technologien zur Umsetzung von Konzeptstudien und Prototypen. Sie können Software- und Hardware Werkzeuge an Hand der jeweiligen Anforderungen des Prototyps bewerten und auswählen und einfache Prototypen mit Hilfe geeigneter Maschinen umsetzen. Sie kennen Software-Werkzeuge zur Modellierung und können einfache Werkstücke erstellen bzw. bearbeiten, z.B. 3D Modeller für den 3D Druck oder CNC Fräsen für subtraktive Werkstückbearbeitung. Sie kennen grundlegende Prototyping-Umgebungen und können einfache eingebettete Systeme mit Sensoren, Aktoren und Kommunikationssystemen programmieren und zu einem interaktiven System verknüpfen. Sie können einfache Programme für die Android-Plattform schreiben um interaktive Prototypen für Smartphone, Wearable, SmartHome, Digital Health und andere Android-basierte Systeme umzusetzen.</p> <p>Die Studierenden erwerben erste praktische Erfahrungen in der Anwendung der entsprechenden Technologien und Methoden aus dem Kerngebiet dieser Lehrveranstaltung.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Die Studierenden können die Themenstellung kompetent analysieren, Ideen dazu erstellen und bewerten, geeignete Prototyping-Methoden auswählen, Evaluationsmethoden bewerten und wählen sowie die Datenerfassung und -auswertung planen und durchführen. An Hand der Ergebnisse können die Studierenden eine Bewertung der Ergebnisse vornehmen und diese interpretieren. Die Studierenden können einfache Fallstellungen selbst umsetzen und bewerten.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Im Rahmen des Praktikums wird eine realitäts- bzw. forschungsnaher Problemstellung aus dem Kontext des Studienganges mittels der Problemstellung angemessener Methoden und Werkzeuge weitestgehend eigenständig bearbeitet. Dabei werden geeignete Vorgehensweisen zur Projekt- und Arbeitsorganisation angewendet. Das jeweils entsprechend der Aufgaben- und Problemstellung angemessene Vorgehen entspricht dabei so weit wie möglich der bestehenden Praxis in der wissenschaftlichen Arbeit, Praxis und Forschung.</p> <p>Es wird ein komplexes Projekt systematisch bearbeitet. Die Bearbeitung des Projektes erfolgt dabei allein durch den Studierenden. Die durchzuführende Projektarbeit wird geeignet in bearbeitbare Arbeitspakete unterteilt. Die Umfänge und Gewichtungen der einzelnen Aktivitäten eines jeden Arbeitspakets sind dabei von der konkreten Problemstellung</p>

abhängig. Dies gilt ebenfalls für die konkret anzuwendenden Methoden bzw. einzusetzenden Werkzeuge. Diese können auf Grund der Vielfältigkeit des Studiengangs nur im Kontext der konkreten Problemstellung ausgewählt werden.

Die Studierenden erhalten in Workshops und durch Coachings und Hands-on Einführungen didaktisch aufbereitete Einführungen in die verschiedenen Technologien, Werkzeuge und Methoden. In gemeinsamen Sitzungen werden repräsentative Beispiele gemeinsam umgesetzt um die Studierenden danach zu eigener Anwendung, ggf. nach zusätzlichem Selbststudium, zu befähigen.

Bei der Bearbeitung des vorlesungsbegleitenden Projekts werden folgende Aktivitäten für die 1.) Implementierung bzw. für die 2.) Mensch-Maschine-Interaktion bzw. für die 3.) wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte abgedeckt:

### **1. Analyse**

1.) Detaillierte Festlegung der Anforderungen an das System. Beachtung der Grundprinzipien Präzision, Vollständigkeit und Konsistenz. Der Inhalt umfasst das Systemmodell als Übersicht, die geeignete Beschreibung der Systemumgebung mittels geeigneter Werkzeuge, sowie die Erfassung und Dokumentation funktionaler und nicht-funktionaler Anforderungen.

2.) Für die Mensch-Maschine Interaktion sind, zusätzlich zu den genannten Aufgaben, Prototyping-Methoden einzusetzen (z.B. Wizard-of-Oz) bzw. Studien zur Identifikation der Nutzergruppen (z.B. Interviews) durchzuführen.

3.) Hierbei sollen insbesondere auch rechtliche und wirtschaftliche Aspekte behandelt werden.

### **2. Entwurf**

1.) Hauptbestandteil ist ein systematischer Grobentwurf eines Systems, das die in der Analyse ermittelten Anforderungen bestmöglich erfüllt. Auf dieser Basis wird ein detaillierter Entwurf ausgearbeitet, der mit der Problemstellung angemessenen, domänenspezifischen Werkzeugen und Vorgehensweisen das umzusetzende System spezifiziert und dokumentiert.

2.) Die Mensch-Maschine Interaktion ist, im Gegensatz zum Hauptsystem, mittels Prototyping-Methoden agil und iterativ zu entwerfen und zu validieren. Dazu sind z.B. Methoden zur Erstellung horizontaler bzw. vertikaler High-Level/Low-Level Prototypen aus dem Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen.

3.) Wirtschaftliche und rechtliche Aspekte sollten bei der Machbarkeitsuntersuchung dediziert erfasst, bewertet und einbezogen werden.

### **3. Umsetzung**

1.) Im Rahmen der Umsetzung erfolgt die tatsächliche Realisierung des entworfenen Systems. Das System besteht in der Regel aus Software- und Hardware-Komponenten. Zur Realisierung sind bestehende, konfigurierbare Softwarebausteine mit eigener Software zu ergänzen und zu einem lauffähigen Gesamtsystem zu integrieren. Hierzu

werden Methoden aus dem Bereich der verteilten Systeme, z.B. Architekturentwurf, oder der vernetzten Systeme, z.B. Socket-Programmierung, verwendet.

2.) Die Umsetzung der Mensch-Maschine Interaktion wird durch spezielle Frameworks und Entwicklungssysteme unterstützt, z.B. aus dem Bereich mobiler Anwendungen.

3.) Geeignete Kalkulationen und rechtliche Bewertungen sollten die Realisierbarkeit an Hand quantitativer Daten belegen.

#### **4. Validierung und Verifikation**

1.) Validierung und Verifikation der Ergebnisse von Entwurf und Umsetzung auf Grundlage der durch Analyse bestimmten Anforderungen.

2.) Die Anwendung ist durch geeignete Methoden aus dem Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion zu evaluieren und die Ergebnisse sind kritisch zu diskutieren. Hierzu können z.B. Beobachtung, Fragebögen, Effizienz- und Fehlermessungen bei der Interaktion eingesetzt werden. Zur Auswertung kommen geeignete Methoden aus der Mathematik und Statistik zum Einsatz, sowie entsprechende Spezialsoftware (z.B. SPSS, Matlab).

3.) Entsprechende Belege sind auch für wirtschaftliche Tragfähigkeit des Konzepts zu erbringen.

Allgemein gilt dabei:

Jedes Arbeitspaket kann eine oder mehrere dieser Aktivitäten umfassen und jede Aktivität kann Gegenstand von einem oder mehreren Arbeitspaketen sein. Dabei müssen alle Inhalte der Aufgabenstellung durch Arbeitspakete adäquat abgedeckt sein. In den einzelnen Arbeitspaketen kommen projekt- und domänenspezifische Werkzeuge, Methoden und Beschreibungs-sprachen zum Einsatz. Das Ergebnis eines jeden Arbeitspaket ist ein eigenes Dokument, ggf. begleitet von Software, ggf. begleitet von Anhängen mit z.B. Software oder Beschreibungen von Hardwareblöcken in geeigneten Spezifikations-sprachen.

Jedes Arbeitspaket schließt mit einem kurzen Kolloquium ab, in dem die Ergebnisse den Betreuern präsentiert und verteidigt werden. Das Kolloquium kann auch die Präsentation zusammen mit anderen Teams umfassen um eine reflektive Diskussion über die Ergebnisse und Vorgehensweisen zu ermöglichen. Zu jedem Kolloquium ist darüber hinaus ein Bericht abzugeben.

Der Studierende wird durch regelmäßige Treffen mit dem Betreuer unterstützt, deren Häufigkeit der aktuellen Phase bzw. dem Bearbeitungsfortschritt angemessen ist.

Das Praktikum schließt mit einem Abschlusskolloquium ab, in dem das fertig entwickelte System präsentiert und abgenommen wird.

Programmiersprachen sind hauptsächlich:

C/C++/Java/JavaScript/Phyton

Darüber hinaus werden der Problemstellung angemessene spezifische Werkzeuge und Methoden eingesetzt.

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Schriftliche Dokumentation in Form eines technischen Berichts, mündliche Kolloquien zu den Arbeitspaketen die durch geeignete Medien (z.B. Folien) unterstützt werden, dokumentierter und funktionsfähiger Prototyp inklusive Quelltext inkl. aller zur Demonstration notwendigen Informationen, sowie einer Systemdemonstration und Präsentation im Rahmen einer Abschlussveranstaltung.
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Projektor, Gruppenarbeit, Wiki
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben und richtet sich nach dem Leitthema des Jahrgangs. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.
Anwesenheitspflicht	Für ausgewählte Kolloquien, Workshops, sowie für spezifische Laborarbeiten die im Rahmen einer spezifischen Themenstellung notwendig sind, besteht Anwesenheitspflicht. Begründung der Anwesenheitspflicht bei Laborarbeiten: Die Aufgabenstellung kann besondere Ausstattung (Geräte, Arbeitsplätze, etc.) erfordern, die nur in den Laboren und Räumen der Universität in geeigneter Weise zur Verfügung steht. Ferner ist ggf. eine direkte Betreuung und Unterweisung an speziellen Geräten notwendig bzw. eine Aufsicht der Nutzung der Labore. Daher ist in der Regel eine Bearbeitung außerhalb dieses Kontextes nicht möglich und die Anwesenheit Voraussetzung für die erfolgreiche Bearbeitung.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6004 Embedded Systems Programming</b> (PN 479610)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kranz
Dozent(in) / Lecturer:	Kranz
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus „Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4P
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz und 150 Std. Vor- und Nachbearbeitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	7
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierung in Java oder Grundlagen der Programmierung 1 und 2, MES Praktikum oder SEP
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse</u></p> <p>Die Studierenden lernen die Realisierung von umfangreichen Engineering-Projekten aus dem Kontext Eingebetteter Systeme und die dazu notwendigen Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge kennen. Theoretische Kenntnisse vom Entwurf hardwarenaher Systeme, der Entwicklung spezialisierter Anwendungen und allgemeiner Software-Systeme werden praktisch angewendet und durch die Systementwicklung eines komplexeren Gesamtsystems vertieft.</p> <p><u>Fähigkeiten</u></p> <p>Die Studierenden beherrschen die praktischen Fragestellungen der Entwicklung und Umsetzung von Systemen bestehend aus eingebetteten Systemen in technischen Kontexten. Die Studierenden beherrschen die relevanten Werkzeuge und Systeme für die Entwicklung und Testung eingebetteter Systeme und Entwicklungsparadigmen. Die Studierenden können in einem kleinen Team effektive Lösungen erarbeiten und durchführen und erfolgreich ein vorlesungsbegleitendes Projekt im Team realisieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Die Teilnehmer erlernen soziale Kompetenz durch die Teamarbeit und die notwendigen organisatorischen und fachlichen Kompetenzen zur Durchführung von Projekten aus dem Kontext der eingebetteten Anwendungsentwicklung erfolgreich zu bearbeiten. Teil des Lernziels besteht in der Abschätzung und Kontrolle des Arbeitsaufwandes, sowie der</p>



	Entwicklung von Strategien zum erfolgreichen Projektmanagement. Dazu werden Stundenzettel geführt.
Inhalt / Course content:	<p>Im Rahmen der Lehrveranstaltung wird ein dem Umfang der Lehrveranstaltung angepasstes eingebettetes System realitätsnah entwickelt mittels der Problemstellung angemessener Methoden und Werkzeuge im Team bearbeitet unter Anwendung geeigneter Vorgehensweisen zur Projekt- und Arbeitsorganisation. Insbesondere werden Vorgehensweisen aus den Bereichen Software Entwicklung (Prototyping, Entwicklung, Test-Driven Development, Entwicklungsprozesse, Continuous Integration Server) und hardwarenahem Systems Engineering (hardware in the loop (HIL), in-circuit debugging (ICD), Simulationssysteme) eingesetzt. Das Vorgehen deckt sich soweit möglich mit bestehender Praxis aus Industrie und Forschung.</p> <p>Teams von in der Regel 2-3 Studierenden bearbeiten in der Übung gemeinsam und systematisch ein kleineres Projekt, das in mehrere Arbeitspakete strukturiert ist. Die genaue Aufgabenstellung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung schriftlich in Form einer Zielvorgabe mit minimalen Eigenschaften als Bestehenskriterien vorgegeben.</p> <p>Bei der Bearbeitung des vorlesungsbegleitenden Projekts werden folgende Engineering-Aktivitäten abgedeckt:</p> <p><b>1. Analyse</b></p> <p>Detaillierte Festlegung der Anforderungen an das System. Beachtung der Grundprinzipien Präzision, Vollständigkeit und Konsistenz. Der Inhalt umfasst das Systemmodell als Übersicht, die geeignete Beschreibung der Systemumgebung mittels geeigneter Werkzeuge, sowie die Erfassung und Dokumentation funktionaler und nicht-funktionaler Anforderungen.</p> <p><b>2. Entwurf</b></p> <p>Hauptbestandteil ist ein systematischer Grobentwurf eines Systems, das die in der Analyse ermittelten Anforderungen bestmöglich erfüllt. Auf dieser Basis wird ein detaillierter Entwurf ausgearbeitet, der mit der Problemstellung angemessenen, domänenspezifischen Werkzeugen und Vorgehensweisen das umzusetzende System spezifiziert und dokumentiert.</p> <p><b>3. Umsetzung</b></p> <p>Im Rahmen der Umsetzung erfolgt die tatsächliche Realisierung des entworfenen Systems. Das System besteht in der Regel aus Software- und Hardware-Komponenten. Zur Realisierung sind bestehende, konfigurierbare Softwarebausteine mit eigener Software zu ergänzen und zu einem lauffähigen Gesamtsystem zu integrieren. Hierzu werden Methoden aus dem Bereich der verteilten Systeme, z.B. Architekturentwurf, oder der vernetzten Systeme, z.B. Socket-Programmierung, verwendet.</p> <p><b>4. Validierung</b></p> <p>Validierung und Verifikation der Ergebnisse von Entwurf und Umsetzung auf Grundlage der durch Analyse bestimmten Anforderungen.</p> <p>Jedes Arbeitspaket kann eine oder mehrere dieser Aktivitäten umfassen und jede Aktivität kann Gegenstand eines oder</p>

	<p>mehrerer Arbeitspakete sein. Dabei müssen alle Aktivitäten durch Arbeitspakete adäquat abgedeckt sein. In den einzelnen Arbeitspaketen kommen projekt- und domänenspezifische Werkzeuge und Methoden zum Einsatz.</p> <p>Zu allen Arbeitspaketen werden Arbeitseinheiten definiert, deren Aufwand abgeschätzt und deren Realisierung z.B. anhand einer Gantt-Chart organisiert und durchgeführt. Das Ergebnis jedes Arbeitspakets wird durch einen kurzen Bericht dokumentiert, ggf. begleitet von Software. Aus dem Bericht sind auch Aufwandsabweichungen und Korrekturen vorangegangener Arbeitspakete ersichtlich.</p> <p>Jedes Arbeitspaket schließt mit einem Kurzvortrag in der nächsten Einheit ab. Die Teams werden durch ein festes wöchentliches Treffen mit dem Betreuer unterstützt.</p> <p>Die Lehrveranstaltung schließt mit einem Abschlusskolloquium ab, in dem das fertig entwickelte System präsentiert und abgenommen wird.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Schriftliche Dokumentation in Form eines technischen Berichts, mündliche Präsentationen zu den Arbeitspaketen die durch geeignete Medien (z.B. Folien) unterstützt werden, dokumentierter und funktionsfähiger Quelltext inkl. aller zur Demonstration notwendigen Informationen, sowie einer Systemdemonstration im Rahmen des Abschlusskolloquiums.
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Projektor, Gruppenarbeit, Wiki
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten / von der Dozentin bekannt gegeben. Die Literatur wird in Abhängigkeit der konkreten Aufgabenstellung ausgewählt und bekanntgegeben.
Anwesenheitspflicht:	<p>Für die Lehrveranstaltung besteht Anwesenheitspflicht. Es findet eine wissenschaftlich-technische Einführung zu den Themen der Lehrveranstaltung statt, diese werden in den anschließenden Übungen direkt mit der Übungsleitung praktisch umgesetzt.</p> <p>Begründung: In der Lehrveranstaltung arbeiten die Teams von Studierenden an einem größeren Projekt über das ganze Semester hindurch. Es zu jedem Arbeitspaket bzw. Themengebiet ein Kolloquium statt, in denen über die Fortschritte berichtet, aufgetretene Probleme ausgetauscht und ihre Lösungen diskutiert werden; am Ende findet ein Abschlusskolloquium statt.</p> <p>Wird keine umfassende Anwesenheit bei den Kolloquien gefordert, wird die Kompetenz nicht geübt, vor anderen Studierenden zu präsentieren und auf ihre Fragen und Anmerkungen (und nicht nur die des Dozenten) einzugehen und diese zu diskutieren. Die Kompetenz, die präsentierten Inhalte zu analysieren, bewerten und kritisch zu diskutieren ist eine wesentliche Anwendung der Lehrveranstaltungsinhalte die nur bei Präsenz eingeübt werden kann. Die vereinzelte Abwesenheit aus nicht vom Studierenden zu vertretenden und nachgewiesenen Gründen ist möglich.</p> <p>Darüber hinaus kann die spezifische Aufgabenstellung besondere Ausstattung erfordern, die nur in den Laboren und Räumen der Universität in geeigneter Weise zur Verfügung steht. Ferner ist ggf. eine direkte Betreuung und Unterweisung</p>

	<p>an speziellen Geräten notwendig. Daher ist bei spezifischer Aufgabenstellung eine Bearbeitung außerhalb dieses Kontextes nicht möglich und die Anwesenheit dann zwingende Voraussetzung für die erfolgreiche Bearbeitung. Andernfalls ist die erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung gefährdet.</p>
--	---

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6020 Mathematische Logik</b> (PN 455362) <b>Mathematical Logic</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 + 30 Std. Präsenz, 120 + 60 Std. Eigenarbeitszeit 60 + 30 contact hours, 120 + 60 hours independent study
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	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>• Modeltheorie 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:	H. Hermes: Einführung in die mathematische Logik. Teubner 1976 W. Hodges: A shorter model theory. Cambridge University Press 2002 Yu. I. Manin: A Course in Mathematical logic. Springer 1977 Prestel: Einführung in die Mathematische Logik und Modelltheorie. Vieweg 1992. P. Rothmaler: Einführung in die Modelltheorie. Spektrum Akademischer Verlag 1995.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6021 Mathematische Statistik</b> (PN 455356)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Gilch
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 + 15 Std. Präsenz, 90 + 30 Std. Eigenarbeitszeit
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I, Einführung in die Stochastik
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Mathematische Statistik. Dies beinhaltet die Vermittlung der grundlegenden Konzepte der Statistik. Die besprochenen Hauptschwerpunkte liegen hierbei in der Parameterschätzung sowie bei Hypothesentests.
Inhalt / Course content:	Parameterschätzung (Momenten-, ML-Schätzer), beste Schätzer, UMVU-Schätzer, Suffizienz, wichtige Statistik-Sätze (Rao-Blackwell, Lehmann-Scheffé, Cramér-Rao), exponentielle Familien, Konfidenzbereiche, ein-/zweiseitige Hypothesentests, Unabhängigkeitstests
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	120-minütige schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Semesterbeginn durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben.
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer
Literatur / Literature/reading list:	Shao: „Mathematical Statistics“, 2nd edition. Springer, New York, 2007. Witting: „Mathematische Statistik I“. Teubner, Stuttgart, 1985.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6023 Model Theory</b> (PN 482201)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Alle vier Semester Every four semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kaiser
Dozent(in) / Lecturer:	Kaiser
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
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 None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	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>6029 Numerical Methods for Stochastic Differential Equations</b> (PN 451004)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Müller-Gronbach
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform	3V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz, 60 Std. Übungsaufgaben, 60 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung / 60 contact hours + 60 hours exercises + 60 independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I,II, Lineare Algebra I,II, Einführung i.d. Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Analysis / Analysis I,II, Lineare Algebra I,II, Introduction to Stochastik, Probability theory, Stochastic Analysis
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Knowledge</u></p> <p>Grundlegender Algorithmen zur Approximation von (Erwartungswerten von Funktionalen von) Lösungen stochastischer Differentialgleichungen, ihre theoretischen Eigenschaften und typische Anwendungen. / Knowledge of basic algorithms for approximation of (expectations of functionals of) solutions of stochastic differential equations, their theoretical properties and typical applications.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Auswahl geeigneter Approximationsalgorithmen für konkrete Fragestellungen, ihre effiziente Implementierung, die praktische Durchführung von entsprechenden Simulationsexperimenten und die Darstellung und Bewertung der Ergebnisse. / Ability to select appropriate approximation algorithms for specific questions, their efficient implementation, the practical implementation of relevant simulation experiments, and the presentation and evaluation of results.</p>

Inhalt / Course content:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Approximation stochastischer Prozesse: Fehlerkriterien, Kostenmaße, minimale Fehler und Komplexität, Optimalität und asymptotische Optimalität.</li> <li>• Pfadweise Approximation der Lösung stochastischer Differentialgleichungen: zeitdiskrete Ito-Taylor Schemata, zeitkontinuierliche Verfahren, adaptive Schrittweitensteuerung.</li> <li>• Quadraturverfahren für stochastische Differentialgleichungen: Standard Monte-Carlo Verfahren, Multilevel-Verfahren, Anwendungen in der Finanzmathematik.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts of approximation of stochastic processes: error criteria, cost measures, minimal error, complexity, optimality and asymptotic optimality.</li> <li>• Pathwise approximation of solutions of stochastic differential equations: discrete-time Ito-Taylor schemes, continuous-time methods, adaptive time step control.</li> <li>• Quadrature of stochastic differential equations: Standard Monte Carlo methods, multilevel methods, applications in mathematical finance.</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:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	Bekanntgabe durch Dozenten / Announcement by lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6031 Algorithmische Geometrie</b> (PN 405125) <b>Computational Geometry</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kindermann
Dozent(in) / Lecturer:	Kindermann
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hrs exercises + 70 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden kennen Techniken, die man für den Entwurf und die Analyse geometrischer Algorithmen und Datenstrukturen benötigt. The students know techniques that can be used to design and analyze geometric algorithms and data structures.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden können die in der Vorlesung vorgestellten Verfahren und Datenstrukturen exemplarisch ausführen, deren Funktionsweise erläutern und sie analysieren. The students can apply the algorithms and data structures presented in the lecture on examples, can explain the way they work and are able to analyze them.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u> Die Studierenden können entscheiden, welche Algorithmen oder Datenstrukturen geeignet sind, um ein gegebenes geometrisches Problem zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage neue Probleme zu analysieren und sich auf Basis der in der Vorlesung erlernten Konzepte und Techniken eigene effiziente Lösungen zu überlegen. The students have the competence to decide which algorithms or data structures are useful to solve a geometric problem. They are able to analyze new problems and think of efficient solutions</p>

	based on the concepts and techniques learned in the lecture.
Inhalt / Course content:	<p>In vielen Bereichen der Informatik – z.B. Robotik, Computergrafik, Virtual Reality und Geografische Informationssysteme – ist es notwendig räumliche Daten zu speichern, analysieren, erzeugen oder zu manipulieren. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit algorithmischen Aspekten dieser Aufgaben: Wir werden Techniken erlernen, die man für den Entwurf und die Analyse geometrischer Algorithmen und Datenstrukturen benötigt. Jede Technik wird anhand eines Problems aus einem der oben genannten Anwendungsbereiche illustriert.</p> <p>In many areas of computer science – e.g., robotics, computer graphics, virtual reality, and geographic information systems – it is necessary to save spatial data. This lecture deals with algorithmic aspects of these tasks: we will learn techniques that can be used to design and analyze geometric algorithms and data structures. Each technique will be illustrated based on a problem from the above-mentioned applications.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>Oral exam of about 25 minutes. The exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer</p> <p>Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars: Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer-Verlag, 3rd edition, 2008.</p> <p>Rolf Klein: Algorithmische Geometrie: Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, 2nd edition, 2005.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6032 Approximationsalgorithmen</b> (PN 451009) <b>Approximation algorithms</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Wird vermutlich nicht mehr angeboten Probably not offered any more
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kindermann
Dozent(in) / Lecturer:	Kindermann
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 50 Std. Übungen + 70 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 50 hrs exercises + 70 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge:</u> Die Studierenden kennen Techniken, die man für den Entwurf und die Analyse von Approximationsalgorithmen benötigt. The students know techniques that can be used to design and analyze approximation algorithms.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden können die in der Vorlesung vorgestellten Verfahren exemplarisch ausführen, deren Funktionsweise erläutern und sie analysieren. The students can apply the algorithms presented in the lecture on examples, can explain the way they work and are able to analyze them.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u> Die Studierenden können einfache Approximationsverfahren bezüglich ihrer Güte analysieren. Sie verstehen grundlegende Entwurfstechniken, wie Greedy, lokale Suche, Skalierung sowie Methoden, die auf linearer Programmierung basieren, und können diese auch auf neue Probleme anwenden. The students have the competence to analyze the quality of simple approximation techniques. They understand basic design techniques like greedy, local search, scaling, and methods based on linear programming, and they can apply these techniques to new problems.</p>

Inhalt / Course content:	<p>Die Aufgabe, eine optimale Lösung für ein gegebenes Problem zu ermitteln ist allgegenwärtig in der Informatik. Leider ist für eine Vielzahl solcher Probleme kein effizienter Algorithmus bekannt, der eine optimale Lösung er mittelt. In der Praxis verwendet man daher häufig Verfahren, die zwar nicht immer optimale aber dafür stets gute Lösungen liefern. In dieser Vorlesung beschäftigen wir uns mit Entwurfs- und Analysetechniken für Algorithmen, die eine nachweisbare Approximationsgüte besitzen. Es werden wichtige Entwurfstechniken wie beispielsweise Greedy, lokale Suche, Skalierung, und Methoden, die auf linearer Programmierung basieren, anhand konkreter Optimierungsprobleme vorgestellt.</p> <p>The task of finding an optimal solution for a given problem is omnipresent in computer science. Unfortunately, for many problems there are no known efficient algorithms that can compute an optimal solution. Hence, in practice one often uses methods that do not always find optimal, but consistently solutions. In this lecture we deal with techniques to design and analyze algorithms that have a provable approximation factor. We present important design techniques like greedy, local search, scaling, and methods based on linear programming based on concrete optimization problems.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben</p> <p>Oral exam of about 25 minutes. The exact mode of assessment will be indicated at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation mit Tafel und Beamer Presentation with a projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms, Springer, 2003 David P. Williamson und David B. Shmoys: The Design of Approximation Algorithms, Cambridge University Press, 2011 Rolf Wanka: Approximationsalgorithmen: eine Einführung, Teubner Wiesbaden, 2006 Giorgio Ausiello, Pierluigi Crescenzi, Giorgio Gambosi, Viggo Kann, Alberto Marchetti-Spaccamela und Marco Protasi: Complexity and Approximation: Combinatorial Optimization Problems and Their Approximability Properties, Springer, 1999 Klaus Jansen und Marian Margraf: Approximative Algorithmen und Nichtapproximierbarkeit, de Gruyter Berlin, 2008</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6034 Graphen und Netzwerkalgorithmen (PN 451005)</b> <b>Graph and Network Algorithms</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Bekos
Dozent(in) / Lecturer:	Bekos
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	3Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 135 Std. Vor- und Nachbereitung des Praktikums 45 contact hours + 135 hrs independent study, implementation and discussions with the teams
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Programmierkenntnisse in C oder Java Programming skills in C or Java
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Algorithmen und Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen, Algorithmen zur Visualisierung von Graphen Algorithms and Data Structures, Efficient Algorithms, Algorithms for Visualizing Graphs
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills / Knowledge:</u> Die Studierenden erwerben ein systematisches Verständnis der Entwurfs- und Analyseprinzipien eines komplexen Projekts im Bereich der Graphenvisualisierung. Sie lernen auch, verschiedene Ansätze zur Lösung eines nicht trivialen Problems zu entwickeln und sie weiter anzupassen, um bessere Ergebnisse zu erzielen. The students acquire a systematic understanding of design and analysis principles of a complex project in the area of Graph Drawing. They also learn how to develop different approaches to solve a non-trivial problem and how to further adjust them to achieve better results. <u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden haben die Fähigkeit, algorithmische Lösungen (z.B., Heuristics, Approximationen) zu entwickeln und selbst anzuwenden. Sie können auch ihre Effizienz analysieren, bewerten und weiter anpassen. The students have the ability to develop algorithmic solutions (e.g., heuristics, approximations) and to apply them on their own. Moreover, they can analyze their efficiency, evaluate them and further adapt them.

	<p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></p> <p>Die Studierenden besitzen die Kompetenz, geeignete Entwurfs- und Analysetechniken für das Problem auszuwählen. Sie können sie weiter anwenden, um neue Algorithmuslösungen zu entwickeln und zu analysieren.</p> <p>The students have the competence to select appropriate design and analysis techniques for the given problem. They can further apply them to develop and analyze new algorithm solutions.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Jedes Jahr organisiert die Graph Drawing-Konferenz einen Wettbewerb, bei dem die Aufgabe darin besteht, eine Menge von Graphen in einem vordefinierten Zeichenstil zu visualisieren. Die teilnehmenden Teams erhalten eine Menge von Graphen und müssen nach einer Stunde eine Zeichnung für jede von ihnen berechnen. Das Team mit der höchsten kumulativen Punktzahl gewinnt. Die aktuelle Wettbewerb heißt: " Crossing minimization in upward drawings of directed graphs ", d.h., man möchte eine Zeichnung eines gerichteten Graphen berechnen, in der jede Kante als geradliniges Segment gezeichnet ist, so dass ihr Quellscheitelpunkt unter seinem Zielscheitelpunkt liegt und gleichzeitig die Anzahl der Kreuzungen minimiert wird. Ziel dieses Kurses ist es, Ideen zu entwickeln und einen Prototyp zu implementieren, um am Wettbewerb im September 2020 teilnehmen zu können.</p> <p>Every year, the Graph Drawing conference organizes a contest, in which the task is to visualize a set of challenge graphs in a predefined drawing style. The teams participating to the contest receive a set of challenge graphs, and after one hour they must submit their final drawings for each of them. The team with the highest cumulative score wins. The current challenge is: "Crossing minimization in upward drawings of directed graphs". In other words, one wants to compute a drawing of a directed graph in which each edge is drawn as a straight-line segment such that its source vertex is below its target vertex, and simultaneously the number of crossings is minimized. The goal of this course is to develop ideas and implement a prototype so to participate in the contest in September 2020.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der Teilnahme und des Beitrags zur Entwicklung des Systems, Qualität des gelieferten Codes, Beitrag zum Abschluss und zur Abschlusspräsentation.</p> <p>Assessment of the participation and the contribution to the development of the system, quality of delivered code, contribution to the conclusion and the final presentation.</p>
Medienformen / Media used:	-
Literatur / Literature/reading list:	<p>Giuseppe Di Battista, Peter Eades, Roberto Tamassia, Ioannis G. Tollis: Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs. Prentice-Hall 1999.</p> <p>Michael Kaufmann, Dorothea Wagner: Drawing Graphs, Methods and Models. Lecture Notes in Computer Science, Springer 2001.</p> <p>Roberto Tamassia: Handbook of Graph Drawing and Visualization, Chapman and Hall/CRC, 2013.</p>



Modulbezeichnung / Module title:	<b>6037 Sicherheit von KI-Systemen</b> (PN 451011) <b>Security of AI Systems</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Pöhls
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 60 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 30 contact hours + 60 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills	Advanced IT Security, Privacy Enhancing Techniques, Advanced Topics in Data Science, Context Recognition Architectures
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse/ Skills/Knowledge</u> Die Studierenden erlangen Kenntnisse über: <ul style="list-style-type: none"> <li>- IT-Sicherheitsrisiken bei Konzeption und Einsatz von KI-Systemen (= IT-Systemen welche Funktionen mittels künstlicher Intelligenz bereitstellen);</li> <li>- IT-Sicherheitsziele im Kontext von KI-Systemen;</li> <li>- Modelle und Verfahren zur methodischen Analyse der IT-Sicherheit von KI-Systemen;</li> <li>- Maßnahmen und Vorgehensweisen zur Erhöhung der IT-Sicherheit von KI-Systemen.</li> </ul> The students acquire skills about: <ul style="list-style-type: none"> <li>- IT Security risks during the design and operation of AI-systems (= IT-systems that include functionality based on artificial intelligence);</li> <li>- IT Security goals in the context of AI-systems</li> <li>- models and methods for the analysis of the IT Security of AI-systems</li> <li>- mechanisms and steps to increase the security of AI-systems</li> </ul>

	<p><u>Fähigkeiten/Abilities</u></p> <p>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Techniken zur Bewertung der Sicherheit von Informationssystemen auf IT-Systeme anzuwenden und dabei insbesondere Bedrohungen zu berücksichtigen, welche daraus resultieren, dass Technologien aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz Bestandteil des IT-Systems sind. Sie erlernen die Anforderungen, welche an die IT-Sicherheit solcher KI-Systeme gestellt werden können, zu beschreiben.</p> <p>The students acquire the skill to apply techniques for assessing the information security (including safety and privacy aspects) especially for IT-Systems that employ artificial intelligence technology as one of the system's component. This develops their ability to apply appropriate IT Security methodologies to find security, safety and privacy concerns of the AI-system itself and enables them to apply adapted IT Security methods to increase the security of the AI-system itself.</p> <p><u>Kompetenzen/Competencies</u></p> <p>Die Studierenden erlernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IT-Sicherheitsbedrohungen (Risiken) für Systeme mit künstlicher Intelligenz (KI-Systemen) zu identifizieren, zu analysieren und zu beurteilen;</li> <li>- welche IT-Sicherheitsziele man für KI-Systeme ansetzen kann;</li> <li>- wie klassische IT-Sicherheits Vorgehensweisen/Mechanismen nach einer Anpassung an die speziellen Risiken von KI-Systemen zur Verbesserung der IT-Sicherheit dieser Systeme beitragen.</li> </ul> <p>The students learn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to identify, analyse and evaluate IT Security risks of AI-systems;</li> <li>- which security and safety protection should be required for AI-systems;</li> <li>- how to apply adapted security models and methods to increase the security of the IT system that contains AI components.</li> </ul>
Inhalt:	<p>Sicherheit von KI-Systemen untersucht wie man IT-Sicherheitsziele (Integrität, Vertraulichkeit, Verlässlichkeit und weitere) für den Entwurf und den Betrieb von IT-Systemen mit Funktionen aus der künstlichen Intelligenz (KI) definiert, analysiert und sicherstellt. Hierbei wird jeweils auf die verschiedenen KI-Lösungsverfahren (Stichworte: machine learning, symbolic/non-symbolic, neural-networks, deep-learning, unsupervised/supervised learning) eingegangen, um dann methodisch zu analysieren welche IT-Sicherheitsziele und –probleme hierbei bestehen und woher sie stammen (Stichworte: training, training data, input-privacy, confidentiality of the algorithm or trained network, adversarial learning). Für die identifizierten IT-Sicherheitsprobleme werden dann mögliche Lösungen diskutiert, welche die IT-Sicherheit des KI-Systems selbst erhöhen.</p>

	<p>Die folgenden Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition der IT-Sicherheitsziele für KI-Systeme</li> <li>• Grundbegriffe der IT-Sicherheit (Confidentiality, Integrity, Availability, Reliability, Veracity, Input-Privacy, etc.)</li> <li>• Definition des Begriffes ‚KI-System‘</li> <li>• Unterschiede bei KI-Systemen</li> <li>• Angriffsmodelle</li> <li>• mögliche Schwachstellen bei KI-Systemen</li> <li>• Fallbeispiele</li> <li>• Lösungen zur Erhöhung der IT-Sicherheit von KI-Systemen</li> </ul> <p>---</p> <p>Security of AI-systems examines how IT Security goals (including Safety and Privacy aspects), like Integrity, Confidentiality, Reliability, and others can be defined and used for the design and operation of secure IT-systems that employ artificial intelligence technology (AI-systems). We will discuss different artificial intelligence methods (keywords: machine learning, symbolic vs. non-symbolic, neural-networks, deep-learning, unsupervised/supervised learning) to analyse which IT Security problems could arise and where they originate from (keywords: training, training data, input-privacy, confidentiality of the algorithm or trained network, adversarial learning). For the problems identified the course will discuss potential solutions that increase the IT Security of the AI-system itself; i.e. the security target of the course is the IT-system that employs artificial intelligence functions, not using artificial intelligence as a tool for solving security problems.</p> <p>The following topics are discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definition of IT Security goals for AI-systems</li> <li>• terms and definitions of fundamental information security concepts (confidentiality, integrity, availability, reliability, veracity, input-privacy, etc.)</li> <li>• definition of the term ‘AI-system’</li> <li>• differences in AI-systems</li> <li>• attacker Modeling</li> <li>• potential IT Security problems of AI-systems</li> <li>• examples of problems</li> <li>• solutions to increase the IT Security of AI-systems</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>90-minute examination or oral examination (approx. 20 minutes); the precise mode of assessment will be announced on the noticeboard and the faculty website at the beginning of the semester</p>
Medienformen / Media used:	<p>Tafel, Beamer Blackboard, projector</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>Wird vom Dozenten bekannt gegeben Announced during the lecture</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6039 Formal Methods in Security: Modeling and Analysis of Security-Critical Systems (PN 451014)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Posegga
Dozent(in) / Lecturer:	Posegga
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	24 Std. Präsenz + 88 Std. Eigenarbeitszeit 24 contact hours + 88 hours self study
ECTS Leistungspunkte / credits:	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Advanced IT Security
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	System Security, Theoretical Computer Science I
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills/Knowledge</u></p> <p>Die Teilnehmer lernen verschiedene Spezifikations Sprachen kennen, in dem Sie Sicherheitsziele einerseits sowie Sicherheitsmechanismen andererseits formalisieren können. Die Sprachen basieren auf Temporale Logiken, Rewriting, Automaten Theorie, und Autorisierungslogiken. Die Liste der Sprachen und Methoden beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ASLan++—a formal security specification language for distributed systems</li> <li>• hlpsl -- A high level protocol specification language for industrial security-sensitive protocols</li> <li>• CAPSL: Common Authentication Protocol Specification Language.</li> <li>• Alice and Bob: Reconciling formal models and implementation</li> <li>• hacspec: Towards Verifiable Crypto Standards</li> </ul> <p>Die Studenten lernen die Syntax und Semantik der Spezifikations Sprachen. Darüber hinaus lernen Sie, welche praktischen Tools in der Lage sind zu überprüfen, ob die vorgeschlagenen Mechanismen in einem bestimmten Systemdesign die erwarteten Sicherheitsrichtlinien implementieren. Sie können den geeigneten Ansatz für das Problem auswählen, die Richtlinien und das System in der entsprechenden Sprache angeben und die Tools anwenden, um die Richtigkeit der Sicherheitsmechanismen zu überprüfen. Die</p>

	<p>Theorie und Funktionsweise der Tools wird auch gelernt. Folgende Tools werden benutzt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The AVISPA tool for the automated validation of internet security protocols and applications</li> <li>• An on-the-fly model-checker for security protocol analysis</li> <li>• OFMC: A symbolic model checker for security protocols</li> <li>• Meta-F: Proof Automation with SMT, Tactics, and Metaprograms</li> <li>• DKAL 2 - A Simplified and Improved Authorization Language</li> </ul> <p>----</p> <p>Students will learn various languages for specifying security policies together with security mechanisms. The specification languages are based on temporal logics, rewriting, automata theory, and Authorization logics. The languages to be learnt include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ASLan++—a formal security specification language for distributed systems</li> <li>• hpsl -- A high level protocol specification language for industrial security-sensitive protocols</li> <li>• CAPSL: Common Authentication Protocol Specification Language.</li> <li>• Alice and Bob: Reconciling formal models and implementation</li> <li>• hacspec: Towards Verifiable Crypto Standards</li> </ul> <p>Besides understanding the syntax and semantics of the specification languages, the students will learn to use a set of tools for verifying that the proposed mechanisms in a given system design satisfy or enforce the expected security policies. They will be able to choose the appropriate approach for the problem, use the corresponding language to specify the policies and system and apply the tools to verify the correctness of the security mechanisms. The tools include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The AVISPA tool for the automated validation of internet security protocols and applications</li> <li>• An on-the-fly model-checker for security protocol analysis</li> <li>• OFMC: A symbolic model checker for security protocols</li> <li>• Meta-F: Proof Automation with SMT, Tactics, and Metaprograms</li> <li>• DKAL 2 - A Simplified and Improved Authorization Language</li> </ul> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Teilnehmer beherrschen die Konzepte formaler Sicherheitsziele und -richtlinien und können Sicherheitsmechanismen oder -protokolle zur Durchsetzung der Eigenschaften in einem bestimmten System oder Szenario entwerfen und die Richtigkeit dieser Durchsetzung überprüfen. Students master the concepts of formal security goals and policies and are able to design security mechanisms or protocols to enforce the properties in a given system or scenario and is able to verify the correctness of this enforcement.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p>
--	--

	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Vielfalt der Sicherheitsrichtlinien und die Schwierigkeit, deren Richtigkeit zu überprüfen. Sie erkennen die Notwendigkeit der höheren Sicherheitsstufen und verstehen die aktuell gestiegenen Anforderungen an die Korrektheit der Sicherheit für moderne kritische Systeme, insbesondere in Bezug auf Sicherheit („übertragbare Beweise“) und Rechenschaft (Accountability, „faire Schuldzuweisungen“).</p> <p>Students gain the knowledge about the diversity of security policies and the difficulty in verifying their correctness. You appreciate the importance of the higher security levels and understand the current increased demands on the correctness of security for modern critical systems, and, in particular, regarding assurance (“transferrable proofs“) and accountability (“fair blaming“).</p>
Inhalt / Course content:	<p>Formal correctness of security protocols Computer network security is increasingly important for critical infrastructures or business and financial applications. The course discusses proofs of correctness of realistic (but simplified) security mechanisms and protocols in a formal but intuitive way.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concrete Security Models and Policies: Bell-LaPadula/Biba, Information Flow, Type-Based Approach to Security, and others.</li> <li>2. Logics for authentication and authorization (in several variations), and trust management.</li> <li>3. Access Control and Information Flow: techniques to describe policies that specify who should have access to which resources, who may obtain information about what data or process, or who can influence them. Then we discuss techniques for ensuring that the information flow policies are enforced.</li> <li>4. Cryptographic protocols (also called Security Protocols), such as SSL/TLS, SSH, Kerberos, IPsec, etc., which form the basis for secure communication and business processes, the intruder model. The course also discusses how the automated techniques for analyzing security protocols work.</li> <li>5. Optionally, the course discusses the security, privacy, and fairness properties of deep learning methods, their susceptibility to adversarial manipulation, and techniques for making deep learning robust to adversarial manipulation. Another optional content is Proof-carrying code and proof-carrying authentication.</li> </ol> <p>- - -</p> <p>Formale Korrektheit von Sicherheitsprotokollen Die Sicherheit von Computernetzwerken wird für kritische Infrastrukturen oder Geschäfts- und Finanzanwendungen immer wichtiger. Der Kurs behandelt die Korrektheit von realistischen (aber vereinfachten) Sicherheitsmechanismen und -protokollen auf formale, aber intuitive Weise.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konkrete Sicherheitsmodelle und -richtlinien: Bell-LaPadula / Biba, Informationsfluss, typbasierter Sicherheitsansatz und andere.</li> <li>2. Logik für Authentifizierung und Autorisierung (in verschiedenen Varianten) und Vertrauensverwaltung.</li> </ol>

	<p>3. Zugriffskontrolle und Informationsfluss: Techniken zur Beschreibung von Richtlinien, mit denen festgelegt wird, wer Zugriff auf welche Ressourcen haben soll, wer möglicherweise Informationen zu welchen Daten oder Prozessen erhält oder wer diese beeinflussen kann. Anschließend diskutieren wir Techniken, um sicherzustellen, dass die Richtlinien für den Informationsfluss durchgesetzt werden.</p> <p>4. Kryptografische Protokolle (auch Sicherheitsprotokolle genannt) wie SSL / TLS, SSH, Kerberos, IPsec usw., die die Grundlage für sichere Kommunikations- und Geschäftsprozesse bilden, bilden das Eindringlingsmodell. Der Kurs beschreibt auch, wie die automatisierten Techniken zur Analyse von Sicherheitsprotokollen funktionieren.</p> <p>5. Optional werden im Kurs die Sicherheits-, Datenschutz- und Fairness-Eigenschaften von Deep-Learning-Methoden, ihre Anfälligkeit für Manipulationen durch Gegner und Techniken erörtert, die Deep-Learning-Methoden widerstandsfähiger gegen Manipulationen durch Gegner machen. Ein weiterer optionaler Inhalt ist der Nachweiscode und die Nachweisauthentifizierung.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Projektarbeit, bestehend aus Source-Code (Aufwand: etwa 40 Stunden), schriftliche Ausarbeitung in Form eines technischen Berichts (around 20 pages) und Präsentation der Arbeit (etwa 30 Minuten). Aufgrund des Zeitaufwands für die Präsentationen ist die Anzahl von Studenten auf 20 beschränkt,</p> <p>- - -</p> <p>Project work: Implementations (source code) for a programming project of about 40 hours processing time, technical report (around 20 pages) and presentation (about 30 minutes). Due to the time requirements for the student presentations, the number of students is restricted to 20 participants in the class.</p>
<p>Medienformen / Media used:</p>	<p>Präsentation und Beamer, Tafel Presentation and projector, blackboard</p>
<p>Literatur / Literature/reading list:</p>	<p>Matt Bishop: Computer Security, Pearson Education, 2019. Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot, and Scott A. Vanstone: Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996 (available online). Colin Boyd and Anish Mathuria, Protocols for Authentication and Key Establishment, Springer, 2003. Giampaolo Bella, Formal Verification of Security Protocols, Springer, 2007. Peter Ryan, Steve Schneider, und M. H. Goldsmith: Modeling and Analysis of Security Protocols, Addison-Wesley, 2000. The AVISPA Project. Original Research Papers.</p>

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



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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6044 Multimedia Retrieval</b> (PN 455383)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Wintersemester Every winter semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Scherzinger
Dozent(in) / Lecturer:	Skopal
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 45 Std. Übungen + 75 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 45 hrs exercises + 75 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Programmierkenntnisse, Grundlagen von Datenbanken- und Informationssystemen (DBIS I + II), Grundlagen der Programmierung Programming skills fundamentals of databases and information systems (DBIS I + II)
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Objectives</u> The module introduces to models and techniques of multimedia retrieval. <u>Course Outcomes</u> By the end of the course, students will be able to recognize many facets of content-based multimedia retrieval techniques. They also get a practical experience in a selected subdomain by means of student project. <u>Knowledge &amp; Understanding</u> General knowledge of content-based multimedia retrieval. Detailed pipeline – use case, domain knowledge, feature extraction, retrieval model, indexing, visualization, user feedback, evaluation. <u>Skills &amp; Abilities</u> a) Navigate in different platforms, interfaces, HCI means and use cases for multimedia retrieval. b) Chose a suitable model for particular media type and domain; c) Formulate search intent (query, browsing, filtering); d) Use suitable indexing structures for efficient retrieval.

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

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

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

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Praktische Anwendung der Inhalte in den Präsenzübungen und sowie selbständige Vertiefung durch Bearbeitung der Übungsaufgaben.</li></ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Portfolio-Prüfung; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang auf den Internetseiten der Fakultät bzw. in der Vorlesung bekannt gegeben
Medienformen / Media used:	Präsentation mit Projektor, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozent / von der Dozentin bekannt gegeben

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6053 ITS-Praktikum</b> (PN 405235) <b>ITS Practical</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Forster-Heinlein, Sauer, Wirth
Dozent(in) / Lecturer:	Forster-Heinlein, Sauer, Wirth
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	6S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 hours introduction to design and development tools + 30 hours project meetings + 30 hours analysis and specification + 90 hours design and implementation + 45 hours validation + 15 hours colloquium and preparation + 15 hours final presentations and preparation + 15 hours written report Total: 270 hours
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Machine learning and context recognition
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Knowledge</u> Students familiarise and practice project management skills. Students learn about methodologies relevant to the field of intelligent technical systems, as well as procedures, tools, and evaluation strategies. Knowledge on fundamental and applied aspects of intelligent technical systems, including system design, software development, and signal analysis are extended. Students continue to acquire experience in team work. <u>Competencies</u> Students master practical problem settings in the development of intelligent technical systems. Students can continue to acquire specific skills in design and analysis of solutions that are relevant to the broader field of the project. Project management strategies under limited time constraints can be successfully applied and effective solutions are found. Social competences are deepened, including team management and conflict resolution skills.
Inhalt / Course content:	A realistic, advanced engineering project within the scope of intelligent technical systems will be systematically analysed and implemented. The project objective may be to develop a system

or service. State-of-the-art methods and tools will be utilised according to scientific and/or industrial practice and according to the requirements of the project. Due to the diversity of the field of intelligent technical systems, methods and tools will be chosen specifically for each project. A project may contain several workpackages.

The project shall be realised by groups of 2-4 students. Project management and technical realisation will be carried out by the student group. Work effort and relevance of individual activities depend on the specific project setting. Initially, a requirement analysis shall be performed and the project shall be structured into workpackages. Each workpackage shall consist of several activities for which effort estimations are made. Adequate deliverables and milestones shall be described for each workpackage.

The student group shall use a suitable development process, e.g. V-model. The following phases shall be identified for each workpackage:

#### 1. Analysis

Analysis and detailed description of requirements, considering fundamental principles of effectiveness, completeness, and consistency. Both, functional and non-functional requirements shall be derived. A system or service model shall be devised and a suitable operating environment defined using adequate methods and tools.

#### 2. Design

A coarse design of the system or service shall be derived that addresses all requirements derived before. Based on the coarse design, a detailed design specification will be derived. Suitable methods and tools according to the project field shall be used. Used procedures shall be documented.

#### 3. Implementation

The actual implementation considers the practical realisation of the specified system or service, which may consist of software and hardware components. By partitioning large implementations into sub-activities, entities are obtained that group members can complete.

#### 4. Validation

The implementation shall be validated based on the specified requirements. Achieved functional and non-functional requirements shall be compared to the implementation and any deviations shall be analysed and documented. A detailed documentation of the implementation shall be prepared.

During the workpackage realisation, effort shall be continuously monitored and deviations recorded. Each workpackage is concluded by a colloquium, where achievements are presented and discussed with the project's supervisor(s). The student group shall prepare a presentation of the work for the colloquium and provide relevant work artefacts, e.g. documented and operational source code, prototypes, etc.

The student group shall organise responsibilities within the project tasks themselves. However each group member shall take the role of a workpackage responsible at least once. The



	workpackage responsible shall assign tasks to all group members and monitor the workpackage implementation. The student group will be supported by regular meetings with the project's superior(s). The frequency of meetings may vary and shall be chosen adequately to the project phase.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Final technical report (ca. 25 pages) describing the work performed, including chapters on: introduction/problem(s) addressed, state-of-the-art/related work, system architecture/overall methodology, system implementation, evaluation methodology, results, discussion, and conclusion/further work. The final report should be supplied with adequate deliverables according to the project workpackages and to fully reproduce all performed work, e.g. documented and operational source code, design documents, physical prototypes, or demonstration files.</p> <p>Final presentation (ca. 20 min talk) should clearly describe the problem addressed, approach and methodology, results, and further work. If applicable, a system demonstration should be included in the final presentation. The presentations may be held together with other groups to support discussions.</p>
Medienformen / Media used:	Presentations with projector, group work, wiki.
Literatur / Literature/reading list:	Will be announced in the lecture. Literature will be selected and announced according to the requirements of individual projects.
Anwesenheitspflicht / compulsory attendance:	Participation by all group members is required for group meetings, colloquies with the project's supervisor(s), and specific lab work according to the project requirements

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6056 Perkolation auf Graphen</b> (PN 451018)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig / irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Müller-Gronbach
Dozent(in) / Lecturer:	Gilch
Sprache / Language of instruction:	Deutsch / Englisch German / English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ und „Intelligente Technische Systeme“ Focus „Algorithmic and Mathematical Modelling“ and „Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30+15 Stunden, 60+45 Eigenarbeitszeit / 30+15 hours, 50+30 hours exercises and independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I, Lineare Algebra I, Einführung in die Stochastik / Analysis I, Linear Algebra I, Introduction to Stochastics
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Theorie von Perkolation auf Graphen. Dies beinhaltet die Vermittlung der grundlegenden Konzepte der Perkolationstheorie sowie die fundamentalen Ergebnisse auf dem Zahlengitter und quasitransitiven Graphen. Den Studierenden wird das Zusammenspiel verschiedener mathematischer Bereiche (insbesondere der Wahrscheinlichkeitstheorie, Graphentheorie und Algebra) demonstriert. / The students shall get an overview on the theory of percolation on graphs. They shall acquire the basic concepts of percolation theory including the fundamental results of percolation on the integer lattice and on quasi-transitive graphs. Furthermore, the interplay of different mathematical fields (in particular, Probability Theory, Graph Theory, and Algebra) will be demonstrated.
Inhalt / Course content:	Grundlagen der Perkolationstheorie / Basics of percolation theory Studium der kritischen Perkulationswahrscheinlichkeit / Study of the critical percolation probability Abschätzungen für kritische Wahrscheinlichkeiten / Estimates for the critical probabilities

	<p>Erwartete Cluster-Größen / Expected cluster size Perkolations auf dem d-dimensionalen Zahlengitter / Percolation on the d-dimensional integer lattice</p> <p>Anzahl der unendlichen Cluster / Number of infinite clusters Perkolations auf quasi-transitiven Graphen / PercolaGon on quasi-transitive graphs</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>90 minütige schriftliche Prüfung 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>90 minute written or 30 minute oral examination. The precise mode of assessment will be announced on the noGceboard and the faculty website at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	Tafel, Beamer / Blackboard, Beamer
Literatur / Literature/reading list:	<p>G. Grimmett: „PercolaGon“, Springer, 1999.</p> <p>R. Lyons and Y. Peres: „Probability on Trees and Networks“, Cambridge, 2016.</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6060 Computational Social Science Lab</b> (PN 455391)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Lemmerich
Dozent(in) / Lecturer:	Lemmerich
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus “Information and Communication Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbearbeitung 60 contact hours + 120 hrs independent study and implementation
ECTS Leistungspunkte / credits:	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Python Programming Language Knowledge of basic data analysis as taught in Web Science, Visual Analytics, Advanced Topics in Data Science
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Kenntnisse / Skills/Knowledge Students will learn about state-of-the-art problems, methods and tools to study digital trace data on individuals and the society.</p> <p>Fähigkeiten / Abilities Students acquire the ability to develop and formulate research questions in Computational Social Science, explore respective datasets, apply data science and machine learning methods and communicate results. Students will be able to select and apply suitable software libraries for these steps.</p> <p>Kompetenzen / Competencies Students will learn to perform independent case studies on societal and behavioral data.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Computational Social Science refers to a relatively new research area that aims to study social phenomena with computational means, primarily with methods from Data Science and Machine Learning. In this practical course, students will work in small teams on “social” datasets on individuals and the society such as review data, forums, social media posts, social network data or collections of new articles.</p> <p>On these datasets, student groups will perform in teams and under guidance all necessary steps for a case study in</p>

	<p>computational social sciences:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Data collection, exploration and quality assessment of the dataset to be analyzed</li> <li>2. Formation of an appropriate research question</li> <li>3. Selection of appropriate analysis methods</li> <li>4. Data (pre-)processing and Modeling</li> <li>5. Critical assessment of the obtained insights</li> <li>6. Communication of the results with a blog post and/or a scientific report</li> </ol> <p>Results of the individual steps will be presented to the other course participants in small presentations throughout the semester. At the end of the semester, project results will be summarized in final presentations and a written report.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Portfolio exam consisting of code with documentation, a written report on the outcome of the project (max. 10 pages) and presentations given over the course of the semester.</p> <p>Within the team presentations, each participant showcases her/his own personal contribution to the project. Additionally, participants declare in written form their individual contributions to the project design, code and report.</p> <p>Details on the assessment including count and length of the presentations will be announced at the beginning of the course.</p>
Medienformen / Media used:	Presentation with beamer, whiteboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Lazer, David, et al. "Life in the network: the coming age of computational social science." <i>Science</i> (New York, NY) 323.5915 (2009): 721.</p> <p>Additional project specific literature will be announced at the beginning of the semester.</p>

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

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gradient Descent and Backpropagation</li> <li>● Regularization in Deep Learning</li> <li>● Convolutional Neural Networks</li> <li>● Recurrent Neural Networks</li> <li>● Autoencoders</li> <li>● Adversarial Training</li> <li>● Graph Neural Networks</li> <li>● Applications of Deep Learning for Text, Sequences, and Images</li> </ul> <p>Explainability and Deep Learning</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90 minutes written or 20 minutes oral exam depending on the number of participants. The students will be informed about the exact type of exam by the beginning of the semester
Medienformen / Media used:	Presentations with beamer, whiteboard
Literatur / Literature/reading list:	<p>Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. <i>Deep learning</i>. MIT press, 2016.</p> <p>Aggarwal, Charu C. "Neural networks and deep learning." <i>Springer</i> 10 (2018): 978-3.</p> <p>Additional literature will be announced at the beginning of the semester.</p>
Hinweis:	Das Modul ersetzt das alte Modul „5956 Deep Learning“ - keine Doppelanrechnung möglich!

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



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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

	<p>M. Howard, D. LeBlanc, and J. Viega. 24 Deadly Sins of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them. McGraw-Hill Inc., 1st edition, 2010.</p> <p>UND / AND</p> <p>In der Vorlesungen und Übungen werden Online-Ressourcen bereitgestellt und spezifische Literatur angesagt.</p> <p>Online resources will be provided and specific readings will be announced during the lectures and exercise sessions.</p>
--	---

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6091 Sicherheitsprozessor Design</b> (PN 455392) <b>Secure Processor Design</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Sommersemester Every summer semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Kavun
Dozent(in) / Lecturer:	Kavun
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus “IT Security and Reliability”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 55 Std. Nachbereitung der Vorlesung und Prüfungsvorbereitung 45 contact hours + 50 hrs exercises + 55 hrs independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Digitales Design, HDL, Kryptographie Digital Design, HDL, Cryptography
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse / Skills</u></p> <p>Die Studierenden lernen den theoretischen und praktischen Hintergrund für den Entwurf eines programmierbaren kryptografischen Prozessors kennen.</p> <p>Students get to know the theoretical and practical background to design a programmable cryptographic processor.</p> <p><u>Fähigkeiten / Abilities</u></p> <p>Die Studierenden üben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Design eines einfachen gespeicherten Programmcomputers mit kryptografischen Verarbeitungsfunktionen,</li> <li>• die Implementierung eines solchen Prozessors mit Verilog-HDL,</li> <li>• Fortgeschrittene Probleme wie Pipelining, Caching, gemeinsame Nutzung von Ressourcen und Retiming.</li> </ul> <p>Students practice</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the design of a basic stored program computer with cryptographic processing capabilities,</li> <li>• the implementation of such a processor using Verilog-HDL,</li> <li>• advanced issues such as pipelining, caching, resource sharing, retiming.</li> </ul>

	<p><u>Kompetenzen / Competencies</u></p> <p>Die Studierenden lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der Grundprinzipien des digitalen Designs und der Rechnerarchitektur,</li> <li>• einige praktische Kenntnisse darüber, wie diese Prinzipien und Implementierungstechnologien zusammen mit kryptografischen Algorithmen verwendet werden können, um eine bessere Daten- und Systemsicherheit zu gewährleisten.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• get an understanding of the fundamental principles of digital design and computer architecture,</li> <li>• get some practical knowledge of how these principles and implementing technologies can be used together with cryptographic algorithms to ensure better data and system security.</li> </ul>
Inhalt / Course content:	<p>Das Modul beinhaltet die Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitales Systemdesign und Tools</li> <li>• Grundlegende Rechnerorganisation</li> <li>• Befehlsformate und Befehlssätze</li> <li>• ALU Design</li> <li>• Datenpfad-Design</li> <li>• Steuerungsdesign: Festverdrahtet und mikroprogrammiert</li> <li>• Pipelining</li> <li>• Speichersysteme</li> <li>• Komplexe arithmetische Einheit und kryptografisches Co-Prozessor-Design</li> <li>• Befehlssatzerweiterungen für die Kryptographie</li> </ul> <p>The module includes the topics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digital system design and tools</li> <li>• Basic computer organization</li> <li>• Instruction formats and instruction sets</li> <li>• ALU design</li> <li>• Datapath design</li> <li>• Control design: Hardwired and microprogrammed</li> <li>• Pipelining</li> <li>• Memory systems</li> <li>• Complex arithmetic unit and cryptographic co-processor design</li> <li>• Instruction set extensions for cryptography</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Portfolio-Prüfung in englischer Sprache. Ein Abschlussprojekt und der entsprechende Bericht sollten eingereicht werden.</p> <p>Portfolio Exam in English language. A final project and its corresponding report should be submitted.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel</p> <p>Presentation and projector, blackboard</p>
Literatur / Literature/reading list:	<p>M. Morris R. Mano, Michael D. Ciletti. Digital Design, 5th Edition, Pearson, 2013.</p>

	<p>David Patterson, John Hennessy. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface (MIPS Edition), 5th Edition, Morgan Kaufmann, 2013.</p> <p>Christof Paar, Jan Pelzl. Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners, Springer, 2010.</p> <p>MIPS Architecture for Programmers Volume II-A: The MIPS32 Instruction Set Manual, Revision 6.06, 2016.</p> <p>UND / AND</p> <p>In den Vorlesungen und Übungen werden Online-Ressourcen bereitgestellt und spezifische Literatur angesagt.</p> <p>Online resources will be provided and specific readings will be announced during the lectures and exercise sessions.</p>
--	---

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

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



Modulbezeichnung / Module title:	<b>6101 Komplexe dynamische Netzwerke</b> (PN 471515) <b>Complex Dynamic Networks</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	unregelmäßig
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Schönlein
Dozent(in) / Lecturer:	Schönlein
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe "Intelligente Technische Systeme" Focus "
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V+1Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	45 Std. Präsenz + 50 Std. Übungsaufgaben + 55 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Analysis I + II, Lineare Algebra I+II, Gewöhnliche Differentialgleichungen
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><b>Kenntnisse:</b> Die Studierenden kennen die Grundlagen der mathematischen Modellierung komplexer Systeme wie kausale Loop Diagramme. Sie verstehen den Einfluss von Rückkopplungen unter den Komponenten komplexer dynamischer Netzwerke. Die Studierenden sind in der Lage komplexe Netzwerke zu visualisieren und zu simulieren. Sie kennen verschiedene Maße für die Strukturanalyse komplexer Netzwerke.</p> <p><b>Fähigkeiten und Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage mathematische Modelle für reale Systeme zu erstellen. Sie können komplexe Systeme untersuchen indem sie Simulationen erstellen und verschiedene Struktureigenschaften analysieren.</p>
Inhalt / Course content:	Folgende Themen werden behandelt: Modellierung komplexer Systeme (Kausale Loop Diagramme), Darstellung komplexer Systeme, Strukturanalyse komplexer Systeme (Zentralitätsmaße, PageRank, Gruppenbildung), Synchronisation gekoppelter Systeme, Populations- und Epidemie-Modelle

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur oder mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten); die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters durch Aushang und auf den Internetseiten der Fakultät bekannt gegeben
Medienformen / Media used:	Tafelanschrieb, Online Lehre via Zoom
Literatur / Literature/reading list:	<p>H. Sayama. Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. Open SUNY Textbooks, 2015.</p> <p>J. Sterman. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Higher Education, 2000.</p> <p>S. Meyn. Control Techniques for Complex Networks. Cambridge University Press, 2008.</p> <p>M. Newman. Networks. 2nd Ed. Oxford University Press, 2018.</p>

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

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>6111 Klassische Grenzwertsätze &amp; grosse Abweichungen</b> <b>Classical Limit Theorems &amp; Large deviations</b> <b>(PN471515)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	unregelmäßig/ irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prochno
Dozent(in) / Lecturer:	Prochno
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch / German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe Algorithmik und Mathematische Modellierung Focus "Algorithmics and Mathematical Modeling"
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	4V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Präsenz + 90 Std. Übungsaufgaben + 90 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung / 90 contact hours + 90 hours exercises + 90 hours independent study and exam preparation
ECTS Leistungspunkte / credits:	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine / None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Einführung in die Stochastik Wahrscheinlichkeitstheorie
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Kenntnisse / Skills:</u> Die Studierenden bekommen ein vertieftes Verständnis klassischer Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitstheorie und lernen die grundlegenden Konzepte sowie Techniken der Theorie der großen Abweichungen kennen.  Students obtain a deeper understanding of classical limit theorems in probability and learn the fundamental concepts and methods of large deviations theory.  <u>Fähigkeiten / Abilities:</u> Die Studierenden üben den Umgang sowie die Kombination der Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie, speziell der Theorie der großen Abweichungen, an ausgewählten Problemen, die sich auf verschiedene Bereiche der Mathematik, wie etwa Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, (konvexe und diskrete) Geometrie sowie theoretische Informatik, stützen.  Students practice handling the methods developed and used in probability theory, in particular large deviations theory, which are

	<p>intimately related to functional analysis, probability theory, (discrete and convex) geometry, and computer science.</p> <p><u>Kompetenzen / Competencies:</u></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte und Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie, speziell der Theorie der großen Abweichungen, bei konkreten Fragestellungen anzuwenden.</p> <p>The students are able to approach problems in mathematics and related fields by means of methods and ideas from probability theory, in particular large deviations theory.</p>
Inhalt / Course content:	<p>Ausgehend von den klassischen Grenzwertsätzen der Wahrscheinlichkeitstheorie, die das typische Verhalten etwa von Summen u.i.v. Zufallsgrößen beschreiben, führen wir in die Theorie der großen Abweichungen ein, d.h. die zentralen Begriffe, Konzepte und fundamentale Sätze werden behandelt. Die Theorie beschäftigt sich mit untypischen/ seltenen Ereignissen und deren asymptotische Quantifizierung mittels Ratenfunktionen. Sie steht historisch in enger Verbindung zur statistischen Physik und hat moderne Anwendungen/Bezüge etwa zu geometrischer Funktionalanalysis, Konvexgeometrie oder theoretischer Informatik.</p> <p>Starting with the classical limit theorems in probability theory, which describe, for instance, the typical behavior of sums of iid random variables, we introduce the theory of large deviations with its key notions and concepts as well as some of the fundamental results. The theory deals with atypical/ rare events and their asymptotic quantification using rate functions. Historically, the area is closely linked to statistical physics and has modern applications in/ is related to geometric functional analysis, convex geometry or theoretical computer science.</p> <p>Das Modul beinhaltet Elemente aus/ the module covers elements from:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolmogorov's L1-Version des SGGZ/ Kolmogorov's L1 version of the SLLN</li> <li>• Lindeberg's Zentraler Grenzwertsatz/ Lindeberg's central limit theorem</li> <li>• Lindeberg Methode/ Lindeberg's method</li> <li>• Legendre Transformation/ Legendre transform</li> <li>• Kumulantenerzeugende Funktion/ cumulant generating function</li> <li>• Satz von Cramér/ Cramér's theorem</li> <li>• Satz von Cramér (heavy tails version)/ Cramér's theorem (heavy tails version)</li> <li>• Prinzipien großer Abweichungen/ Large deviation principles</li> <li>• Kontraktionsprinzip/ Contraction principle</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varadhan's Variationslemma/ Varadhan's variational lemma</li> <li>• Satz von Sanov/ Sanov's theorem</li> <li>• Anwendungen in Funktionalanalysis, theoretischer Informatik/ Applications in functional analysis, theoretical computer science</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten) in deutscher oder englischer Sprache; die genaue Prüfungsart wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> <p>90-minute written examination or oral exam (about 30 minutes) in German or English; the precise mode of assessment will be announced at the start of the semester.</p>
Medienformen / Media used:	<p>Präsentation und Beamer, Tafel/ Tablet</p> <p>Presentation and projector, blackboard/tablet</p>
Literatur / Literature/reading list:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Prochno: Classical limit theorems &amp; large deviations, Lecture notes, 2020</li> <li>• F. Den Hollander: Large Deviations, Fields Institute Monographs, Volume 14, 2000</li> <li>• A. Dembo, O. Zeitouni: Large Deviations Techniques &amp; Applications, Springer, 2010</li> </ul>



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

Inhalt / Course content:	The module includes the topics on vehicular automation levels, cooperative awareness and decentralized environmental notifications, collective perception, cooperative maneuvering, vehicular platooning, cooperative video systems, intelligent intersections, vehicle to mobile edge computing server connectivity, 5G vehicular communication paradigms, ITS-G5 communication standards, age-of-information and semantics aware communications.
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	90-minütige Klausur 90-minute written examination
Medienformen / Media used:	Präsentation und Beamer, Tafel Presentation and projector, blackboard
Literatur / Literature/reading list:	Nach Ansage in der Vorlesung Announced during the lecture

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

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

Modulbezeichnung / Module title:	<b>39734 Advanced Topics in Management Science: Planning of Complex Interacting Systems (PN 266193)</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Otto (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Otto (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2V + 2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	60 Std. Präsenz + 90 Std. Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung 60 contact hours + 90 hrs independent study and exam preparations
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The main objective of the course is to impart insights into dynamic-programming-based approaches for complex optimization problems, including online optimization, sequential decision making and stochastic optimization. Students will learn how to approach complexity by incorporating suitable approximation and simulation elements into the design of solution algorithms. The course facilitates critical appreciation of algorithms and algorithmic approaches, including neural networks and reinforcement learning. With help of numerical examples and case studies, the course will prepare students to apply the learned concepts in practice. To round up the expertise acquired in this block course, the students are highly encouraged to practice the gained knowledge in writing a seminar or a master thesis on a related topic.
Inhalt / Course content:	Dynamic programming (basic concepts, sequential decision making under uncertainty, understanding the curse of dimensionality, stochastic and deterministic shortest paths algorithms); Basics of neural networks architectures and training; Basics of simulation and stochastic iterative algorithms; Basics on approximate DP with cost-to-go function approximation (reinforcement learning); Case studies

Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	a) Final exam 100 % or b) Final exam 90% + 10 % for completing optional assignments during the semester (with reservations)
Medienformen / Media used:	-
Literatur / Literature/reading list:	Bertsekas, D. P., and Tsitsiklis, J. N. (1996). Neuro-Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachusettts. Bertsekas, D. P. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific: Massachusettts. Bertsekas, D. P. Dynamic Programming and Optimal Control: Approximate Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachusettts. Bertsekas, D. P. Abstract Dynamic Programming. Athena Scientific: Massachusettts. Powell, W. B. Approximate Dynamic Programming. John Wiley and Sons.

Modulbezeichnung / Module title:	<b>39745 Advanced Topics in Management Science</b> (PN 266502)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Unregelmäßig Irregular
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Otto (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Dozent(in) / Lecturer:	Otto (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät / Faculty of Business, Economics and Information Systems)
Sprache / Language of instruction:	Englisch English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme“ Focus “Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2Ü
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Eigenarbeit 30 contact hours + 120 hrs own work
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	The topics of the practical course are always aligned with a master course of our Chair taught in the preceding term. Therefore, a successful completion of this course is required.
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Siehe oben See above
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	The main objective of the course is to give students a holistic view of the problem analysis, modeling, algorithm design, its implementation, testing as well as into working out a final recommendation and managerial insights relevant for decision making. In the end of the course, the students should be able to independently design and implement appropriate optimization algorithms and appreciate critically their design and performance
Inhalt / Course content:	In this practical course, the participants will work in depth through a specific case study, design an appropriate solution procedure, implement it, critically evaluate their algorithm and test it in computational experiments. The course participants present their project in the final presentation. Topics of the practical course are aligned with the master courses of our Chair and may center, for instance, around design of customized AI algorithms (reinforcement learning/approximate dynamic programming), heuristics/metaheuristics, exact optimization methods, or work with specialized optimization software (e.g., IBM ILOG Cplex, Gurobi).
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Portfolio examination. The final grade may depend, for instance, on: <ul style="list-style-type: none"> <li>• The designed algorithm and its critical appreciation.</li> <li>• The implementation of the algorithm.</li> <li>• Computational experiments.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Final presentation, recommendation and managerial insights.</li></ul> <p>The grading scheme is announced in the beginning of the course.</p>
Medienformen / Media used:	-
Literatur / Literature/reading list:	Recommended literature usually includes recent scientific articles as well as further scientific articles or books relevant for the studied topic.



Modulbezeichnung / Module title:	<b>Seminar</b> (PN 450001) (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 Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Vorsitzende(r) des Prüfungsausschusses Incumbent Chairperson of the Board of Examiners
Dozent(in) / Lecturer:	Alle Dozenten des Studiengangs All lecturers of the programme
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch nach Abstimmung mit dem jeweiligen Dozenten German or English in consultation with the respective lecturer
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe „Pflichtmodul“ Focus “Compulsory module”
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren. Kompetenzen / Competencies: Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz - - - The students learn how to independently incorporate material into the set seminar topic and professionally prepare and present a lecture. Competencies: developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence
Inhalt / Course content:	Erarbeitung des gestellten Themas anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation

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

Modulbezeichnung / Module title:	<p><b>Forschungsseminar im Schwerpunkt „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ (PN 451010)</b>  <b>Research Seminar for the Focus “Algorithmics and Mathematical Modeling“</b></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 Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	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	Modulgruppe „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ Focus „Algorithmics and Mathematical Modeling“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema, ein aktuelles Forschungsthema aus dem Schwerpunkt „Algorithmik und Mathematische Modellierung“, einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz</p> <p>---</p> <p>The students learn how to independently acquire a research topic in the focus area and to professionally prepare and present a lecture.</p>

	<p><u>Competencies</u></p> <p>Developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence</p>
Inhalt / Course content:	<p>Erarbeitung des gestellten Themas aus dem Schwerpunkt „Algorithmik und Mathematische Modellierung“ anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation</p> <p>Elaboration of the set topic (focus “Algorithmics and Mathematical Modeling“) based on scientific literature, and its presentation</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; für beide Leistungen wird eine gemeinsame Note vergeben. Die genaue Dauer der Präsentation wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Evaluation of written work (approximately 8-10 pages) and presentation. In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both. 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</p> <p>Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<p><b>Forschungsseminar im Schwerpunkt „Informations- und Kommunikationssysteme“ (PN 452010)</b>  <b>Research Seminar for the Focus “Information and Communication Systems”</b></p> <p>(Geeignete Seminare werden zu Beginn des Semesters durch Aushang sowie auf der Webseite der Fakultät bekannt gegeben)</p> <p>---  Suitable seminars will be announced at the beginning of the semester on the noticeboard and on the faculty website</p>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	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	Modulgruppe „Informations- und Kommunikationssysteme“ Focus „Information and Communication Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema, ein aktuelles Forschungsthema aus dem Schwerpunkt „Informations- und Kommunikationssysteme“, einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz</p> <p>---</p>

	<p>The students learn how to independently acquire a research topic in the focus area and to professionally prepare and present a lecture.</p> <p><u>Competencies</u></p> <p>Developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence</p>
Inhalt / Course content:	<p>Erarbeitung des gestellten Themas aus dem Schwerpunkt „Informations- und Kommunikationssysteme“ anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation</p> <p>Elaboration of the set topic (focus “Information and Communication Systems”) based on scientific literature, and its presentation</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; für beide Leistungen wird eine gemeinsame Note vergeben. Die genaue Dauer der Präsentation wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Evaluation of written work (approximately 8-10 pages) and presentation. In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both. 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</p> <p>Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<p><b>Forschungsseminar im Schwerpunkt „IT Security and Reliability“</b>  <b>(PN 455010)</b>  <b>Research Seminar for the Focus “IT Security and Reliability”</b></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 Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	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	Modulgruppe „IT Security and Reliability“ Focus „ IT Security and Reliability“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema, ein aktuelles Forschungsthema aus dem Schwerpunkt „IT Security and Reliability“, einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz</p> <p>---</p> <p>The students learn how to independently acquire a research topic in the focus area and to professionally prepare and present a lecture.</p> <p><u>Competencies</u></p>

	Developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence
Inhalt / Course content:	Erarbeitung des gestellten Themas aus dem Schwerpunkt „IT Security and Reliability“ anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation Elaboration of the set topic (focus “IT Security and Reliability“) based on scientific literature, and its presentation
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; 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. Evaluation of written work (approximately 8-10 pages) and presentation. In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both. The precise requirements on written and oral presentation will be announced at the beginning of the class.
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekanntgegeben Will be announced by the lecturer



Modulbezeichnung / Module title:	<p><b>Forschungsseminar im Schwerpunkt „Intelligente Technische Systeme“ (PN 454010)</b>  <b>Research Seminar for the Focus “Intelligent Technical Systems”</b></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 Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	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	Modulgruppe „Intelligente Technische Systeme “ Focus „Intelligent Technical Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema, ein aktuelles Forschungsthema aus dem Schwerpunkt „Intelligente Technische Systeme“, einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz</p> <p>---</p> <p>The students learn how to independently acquire a research topic in the focus area and to professionally prepare and present a lecture.</p> <p><u>Competencies</u></p>

	Developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence
Inhalt / Course content:	Erarbeitung des gestellten Themas aus dem Schwerpunkt „Intelligente Technische Systeme“ anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation Elaboration of the set topic (focus “Intelligent Technical Systems”) based on scientific literature, and its presentation
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; 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. Evaluation of written work (approximately 8-10 pages) and presentation. In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both. The precise requirements on written and oral presentation will be announced at the beginning of the class.
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten bekanntgegeben Will be announced by the lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	<p><b>Forschungsseminar im Schwerpunkt „Programmierung und Softwaresysteme“</b>  <b>(PN 453010)</b>  <b>Research Seminar for the Focus “Programming and Software Systems”</b></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 Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	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	Modulgruppe „Programmierung und Softwaresysteme“ Focus „Programming and Software Systems“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	2S
Arbeitsaufwand / Workload:	30 Std. Präsenz + 120 Std. Vor- und Nachbereitung 30 contact hours + 120 hrs preparation and follow-up
ECTS Leistungspunkte / credits:	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn des Semesters bekanntgegeben Will be announced by the respective instructors at the beginning of the semester
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p>Die Studierenden lernen, sich selbständig in das gestellte Seminarthema, ein aktuelles Forschungsthema aus dem Schwerpunkt „Programmierung und Softwaresysteme“, einzuarbeiten, es fachlich für einen Vortrag aufzubereiten und zu präsentieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Selbständige Einarbeitung in ein Thema, schriftliche Erörterung, mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz</p> <p>---</p> <p>The students learn how to independently acquire a research topic in the focus area and to professionally prepare and present a lecture.</p>

	<p><u>Competencies</u></p> <p>Developing a topic, written discourse, oral expression and presentation competence</p>
Inhalt / Course content:	<p>Erarbeitung des gestellten Themas aus dem Schwerpunkt „Programmierung und Softwaresysteme“ anhand von wissenschaftlicher Literatur und dessen Präsentation</p> <p>Elaboration of the set topic (focus “Programming and Software Systems“) based on scientific literature, and its presentation</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	<p>Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (ca. 8-10 Seiten) und deren Präsentation. Dabei wird jeweils die mündliche Ausdrucks- und Präsentationskompetenz bzw. die schriftliche Erörterungskompetenz geprüft; für beide Leistungen wird eine gemeinsame Note vergeben. Die genaue Dauer der Präsentation wird von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Evaluation of written work (approximately 8-10 pages) and presentation. In each case, the oral expression and presentation skills or written discussion skills will be considered; one mark is jointly awarded for both. 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</p> <p>Will be announced by the lecturer</p>

Modulbezeichnung / Module title:	<b>Praktikum / Internship</b> (PN 407680)
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	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 „Allgemeiner Bereich“ Focus “General Area”
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 At least 6 weeks full-time (40 hours/week) = 240 hours, with a minimum of 50% of duties directly related to the degree subject
ECTS Leistungspunkte / credits:	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Keine None
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Keine None
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<p><u>Kenntnisse</u></p> <p>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><u>Fähigkeiten</u></p> <p>Die Studierenden können im beruflichen Umfeld die im Studium erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen anwenden.</p> <p><u>Kompetenzen</u></p> <p>Die Studierenden erwerben die Kompetenz, im beruflichen Umfeld zielgerichtet und im Team tätig zu sein. Sie kennen den Unterschied zwischen Studium und Praxis.</p>
Inhalt / Course content:	Eine Praktikums­tätigkeit in einem Wirtschaftsunternehmen, einer außeruniversitären, öffentlichen Verwaltungseinrichtung oder einer gemeinnützigen Organisation, die in einem engen Bezug zum späteren Berufsfeld und den Tätigkeitsanforderungen für

Absolventen des Studiengangs steht.

Das Praktikum wird gemäß den folgenden Richtlinien durchgeführt:

- Das Praktikum umfasst mindestens 240 Stunden (= mind. 6 Wochen in Vollzeitarbeit), längere Praktika sind möglich, die Mehrzeit wird aber nicht als Studienleistung angerechnet.
- Für Praktika eignen sich alle Betriebe und Einrichtungen im Bereich zukünftiger Berufsfelder für Absolventen des jeweiligen Studiengangs, sowie Tätigkeiten, bei denen die Anwendung von im Studium zu erwerbenden Kompetenzen auf Hochschulniveau nötig ist. Grundsätzlich nicht anerkannt werden Praktika, bei denen Tätigkeiten ausgeübt wurden, in denen Kompetenzen des Studiengangs keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt, etwa reine Büro- oder Verwaltungstätigkeiten.
- Das Praktikum wird von einem Hochschullehrer oder einer Hochschullehrerin des entsprechenden Fachbereichs wissenschaftlich betreut, der als Prüfer oder die als Prüferin im Studiengang bestellt ist.
- Die Studierenden suchen für sie geeignete Praktika und beteiligen sich an der Organisation des Praktikums. Der betreuende Hochschullehrer oder die betreuende Hochschullehrerin kann die Studierenden bei der Suche unterstützen und berät gegebenenfalls die Studierenden fachlich während der Durchführung des Praktikums.
- Ein Praktikum kann entweder in einem Block oder in mehreren Abschnitten durchgeführt werden. Jeder Abschnitt des Praktikums ist dem oder der Modulverantwortlichen zur Kenntnis zu bringen. Die Information des oder der Modulverantwortlichen soll rechtzeitig schriftlich unter Angabe des Betreuers oder der Betreuerin, des Betriebs sowie der Art und Dauer der vorgesehenen Tätigkeit erfolgen.

Spätestens zwei Monate nach Abschluss des Praktikums sind dem betreuenden Hochschullehrer oder der betreuenden Hochschullehrerin qualifizierende Zeugnisse über die Tätigkeit und ein Praktikumsbericht vorzulegen. Der betreuende Hochschullehrer oder die betreuende Hochschullehrerin beurteilt unter Verwendung dieser Unterlagen und eines Prüfungsgesprächs die erfolgreiche Durchführung des Praktikums.

Organisational guidelines for acceptance, supervision and approval of internships:

Students must follow these guidelines if they wish to complete an internship at a business enterprise or external public-sector administrative body to be credited as a compulsory elective module. To be eligible, these internships must be within a professional field closely related to the study programme and

	<p>require a skill set that closely matches the profiles of graduates in computer science or mathematics.</p> <p>The internship must be project-based; general student employment (called 'Werkstudententätigkeit') or past completed internships without scholarly supervision cannot be credited.</p> <p>Before the beginning of the internship, a professor involved in the study programme has to determine the (potential) adequacy of the internship and agree to assume supervision responsibilities.</p> <p>Therefore, the student has to provide documents signed by representatives of the company or organisation, which must include the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o company/organisation name and address</li> <li>o starting date and end date of the internship</li> <li>o confirmation of supervision by the company and the name and contact details of the local supervisor (including e-mail address and telephone number)</li> <li>o description of the internship, including:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• description of duties, i.e. a detailed, step-by-step description of your work and envisaged outcomes ('milestones')</li> <li>• detailed timetable for the project</li> <li>• specifications of the objectives (i.e. 'what should be achieved?')</li> <li>• this must be signed by the company/local supervisor</li> </ul> </li> </ul> <p>The professor checks the documents and decides if the internship is potentially adequate and may require that modifications be made to the internship description. If he/she determines the adequacy of the internship, he/she will send a letter confirming supervision.</p> <p>During the internship, the student is obligated to submit regular progress reports.</p> <p>After the internship:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o The student provides all the documents which are stated in the module description, especially the recognition form, to the professor after the end of the internship. In particular, the final internship report must be signed by the company/local supervisor.</li> <li>o A date for a final oral examination will be set if all required documents are complete.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• After the oral examination (which will last approx. 20 minutes) a copy of the form, the final internship report, a qualifying certificate about the internship issued by the company, and the minutes (i.e. written record) of the oral examination will be sent to the Dean of Studies and to the module convenor.</li> <li>• All original documents should be submitted to the Examinations Office ('Prüfungssekretariat').</li> </ul> </li> </ul>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:</p>	<p>Praktikumsbericht und Prüfungsgespräch (ca. 20 min), <b>unbenotet</b></p>

	Internship report and oral examination (approx. 20 minutes), <b>ungraded</b>
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:	<b>Präsentation der Masterarbeit Informatik (PN 458999)</b> <b>Presentation of the Master's Thesis</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Studiengangsverantwortlicher Programme convenor
Dozent(in) / Lecturer:	Alle Dozenten All lecturers
Sprache / Language of instruction:	Deutsch oder Englisch German or English
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe "Pflichtbereich" Focus „Compulsory module“
Lehrform/SWS / Contact hours per week:	-
Arbeitsaufwand / Workload:	90 Std. Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung (+Präsenz) 90 hours independent study and exam preparation (+contact hours)
ECTS Leistungspunkte / credits:	3
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung / Required prerequisites as per the study & examination regulations:	Abgabe der Masterarbeit (FStuPO §4 Abs. 2 Satz 2) The master's thesis has to be submitted
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	-
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	Fähigkeit der/des Studierenden die Ergebnisse der Arbeit kurz und verständlich zusammenzufassen und in einer fachlichen Diskussion zu vertreten Ability of the student to present the results of his or her thesis in a short and comprehensible way and to discuss the results in a professional way
Inhalt / Course content:	Darstellung der in der Arbeit erworbenen Erkenntnisse sowie kurze Diskussion Presentation of the results of his or her thesis and a short discussion
Studien-/Prüfungsleistungen / Assessment:	Präsentation (ca. 20 Minuten oder ca. 45 Minuten) ; die genaue Prüfungsdauer wird vom Prüfer bzw. der Prüferin vorher bekannt gegeben <i>[Beschluss des Prüfungsausschusses vom 10. Mai 2017]</i> Presentation (approx. 20 or 45 minutes); the precise mode of assessment will be announced by the examiner beforehand. <i>[Decision of 10 May 2017 by the board of examiners]</i>
Medienformen / Media used:	Beamer, Tafel, Overheadprojektor
Literatur / Literature/reading list:	Wird vom Dozenten/der Dozentin bekanntgegeben Will be announced by the lecturer

Modulbezeichnung / Module title:	<b>Masterarbeit Informatik</b> (PN 459900) <b>Master's Thesis in Computer Science</b>
Häufigkeit des Modulangebots / Frequency of course offering:	Jedes Semester Every semester
Moduldauer / Module duration:	1 Semester
Modulverantwortliche(r) / Module convenor:	Prof. Handschuh (Studiengangsverantwortlicher / Programme convenor)
Dozent(in) / Lecturer:	Erstbetreuer der Masterarbeit (durch den Prüfungsausschuss bestellte Prüfer) gemäß §21(2) AStuPO, mit begründetem Antrag und nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss ggf. gemäß §21(3) AStuPO  (First) supervisor of the master's thesis (an examiner appointed by the board of examiners) as per § 21 para. 2 AStuPO, or (if appropriate) by submitting a reasoned request and after approval by the board of examiners as per § 21 para. 3 AStuPO
Sprache / Language of instruction:	Die Masterarbeit ist in deutscher oder englischer Sprache abzufassen. Auf Antrag gemäß §21(5) AStuPO auch in einer anderen Sprache.  The master's thesis shall be written in German or English. By request as per § 21 para. 5 AStuPO also in another language.
Zuordnung zum Curriculum / Curriculum	Modulgruppe "Pflichtbereich" Focus „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 (1) AStuPO
Empfohlene Vorkenntnisse / Recommended skills:	Die Veranstaltungen im Master–Studiengang bis einschließlich dem dritten Semester.  All courses of the master programme up to the third semester.
Angestrebte Lernergebnisse / Learning outcomes:	<u>Inhalt / Contents</u>  Selbstständiges Einarbeiten und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines für die Informatik relevanten Themas. Die Studierenden verwenden etablierte Methoden oder passen bestehende Ansätze an, während sie sich an die Standards der akademischen Arbeit halten. Sie haben die Möglichkeit, ihre eigenen Ideen zu entwickeln, zu verfeinern und zu formulieren und

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